BnF Gallica

Revue du génie militaire

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

. Revue du génie militaire. 1932-01-01.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

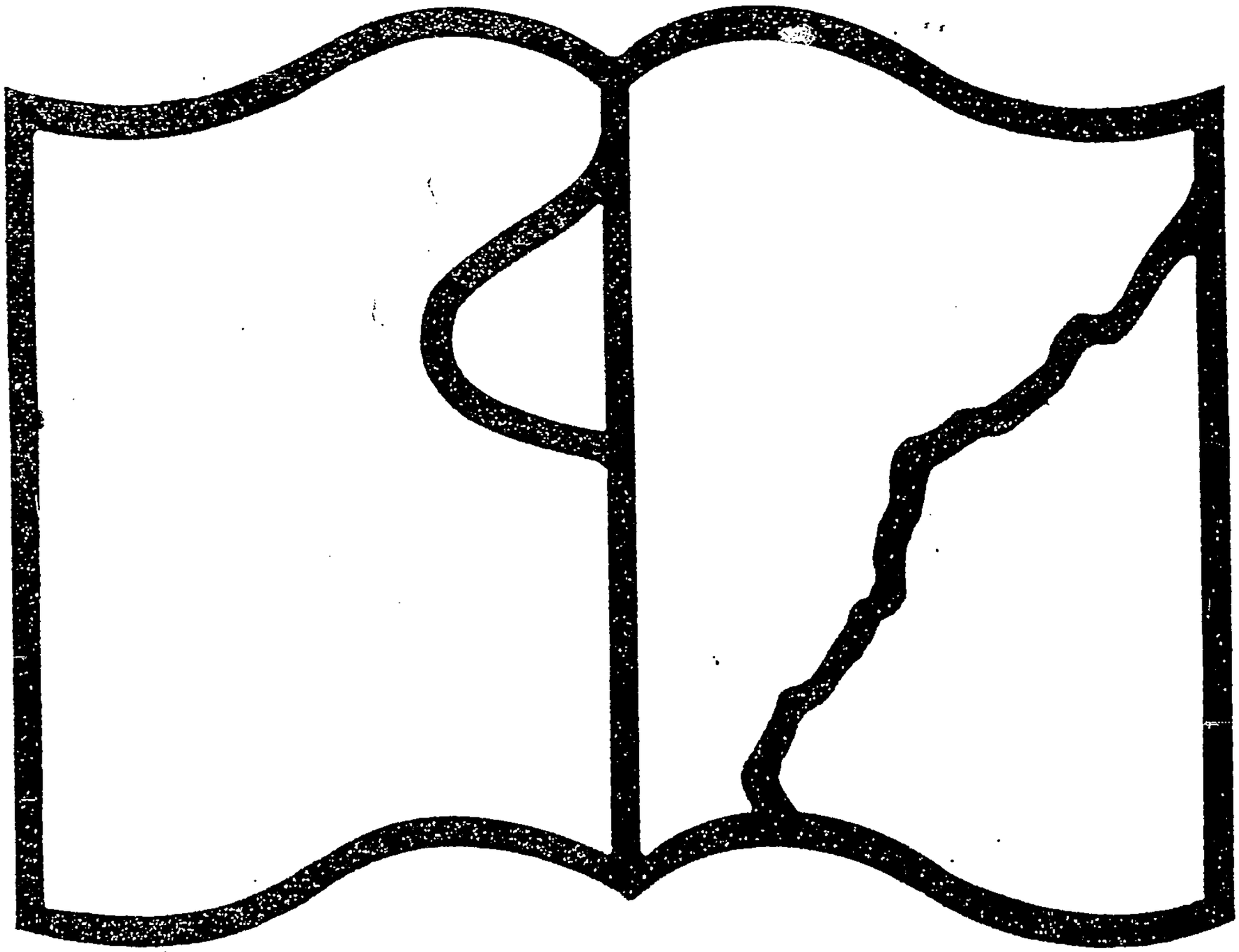
- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.



Texte détérioré — reliure défectueuse

NF Z 43-120-11

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

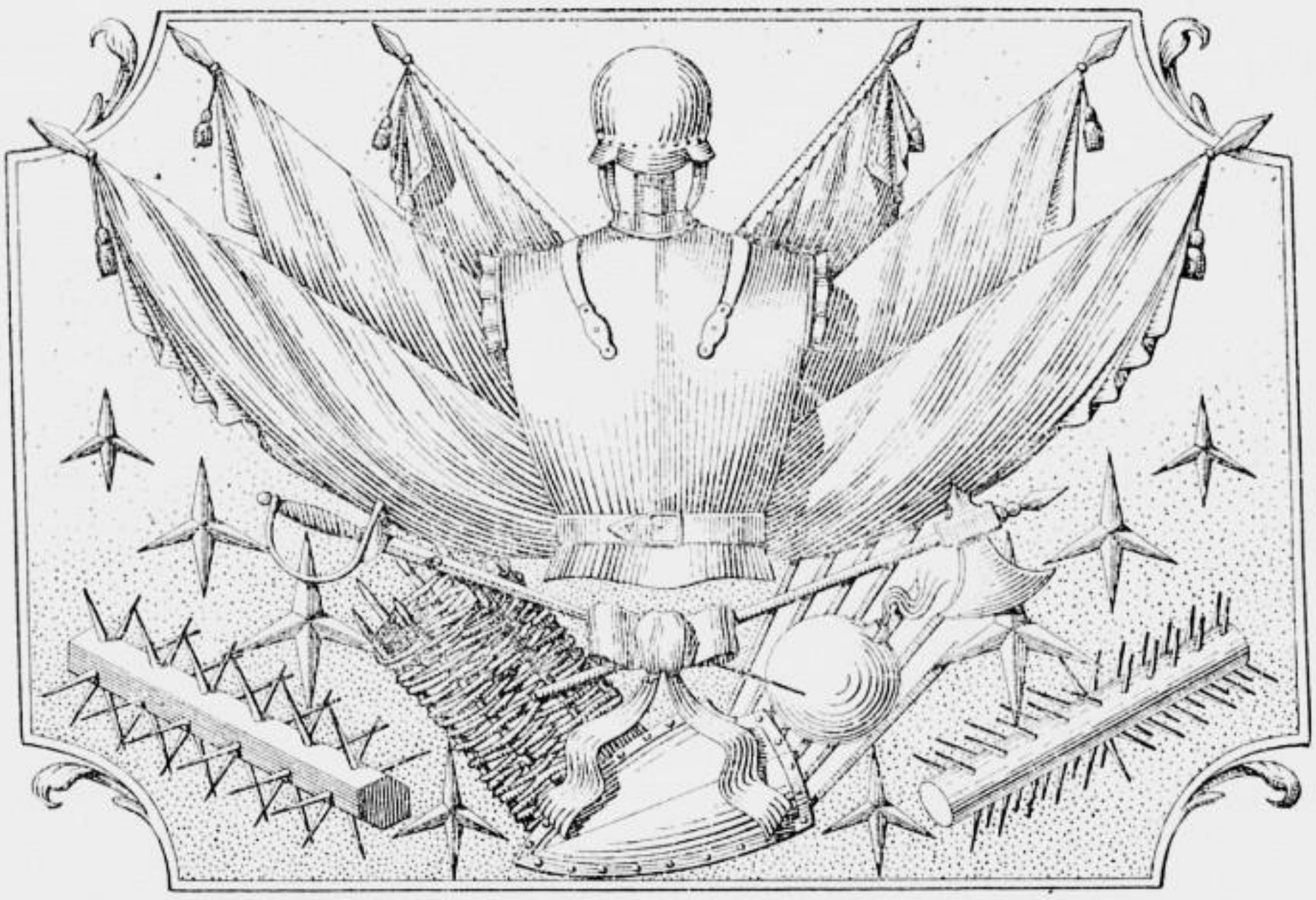
1932

40e Année — Tome LXX — Janvier-Février 1932.

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

PRÉFECTURE DE BELFORT-S.-MON
DÉPOT LÉGAL
No 512 19

Paraissant tous les mois.



SOMMAIRE :

	Pages
Le génie dans la bataille sur les cours d'eau (*à suivre*), par le colonel Bailly.	5
Utilisation de la chaleur solaire, par le médecin-colonel Pasteur.	29
Les auxiliaires de la couverture : aviation, destructions, fortification (*à suivre*), par le capitaine Mandaroux.	54
Température effective d'une atmosphère. Température résultante d'un milieu (*à suivre*), par M. A. Missenard (Extrait de la Revue « Chaleur et Industrie »)	68

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY-PARIS-STRASBOURG

LA LIVRAISON : 4 FR. 50

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte, éventuellement planches hors texte.

France et Colonies. . . . . Un an. **48 fr.**

Étranger : Pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm d'août 1924. . . . — **54 fr.**

— Autres pays . . . . . — **60 fr.**

Prix du numéro : **4 fr. 50**

Prix réduit pour les officiers de l'armée française et de l'armée belge, les cercles et bibliothèques militaires français et belges :

France et Colonies . . . . . Un an. **38 fr.**

En résidence dans les pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm . . . . . — **44 fr.**

En résidence dans les autres pays . . . . . — **50 fr.**

L'abonnement est payable d'avance.

Pour les abonnements s'adresser à la Librairie BERGER-LEVRAULT, 18, rue des Glacis, à **Nancy**, et 5, rue Auguste-Comte à Paris.

Service de la publicité :
5, Rue Auguste-Comte, Paris (6e). Tél. : Danton 72.10, 72.11 et 72.12
et 18, rue des Glacis à **Nancy**. Tél. 31.86.

S'adresser, pour tout ce qui concerne la Rédaction, au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 39, rue de Bellechasse, à Paris (7e). Tél. : Littré 01.31, 01.32, 01.33.

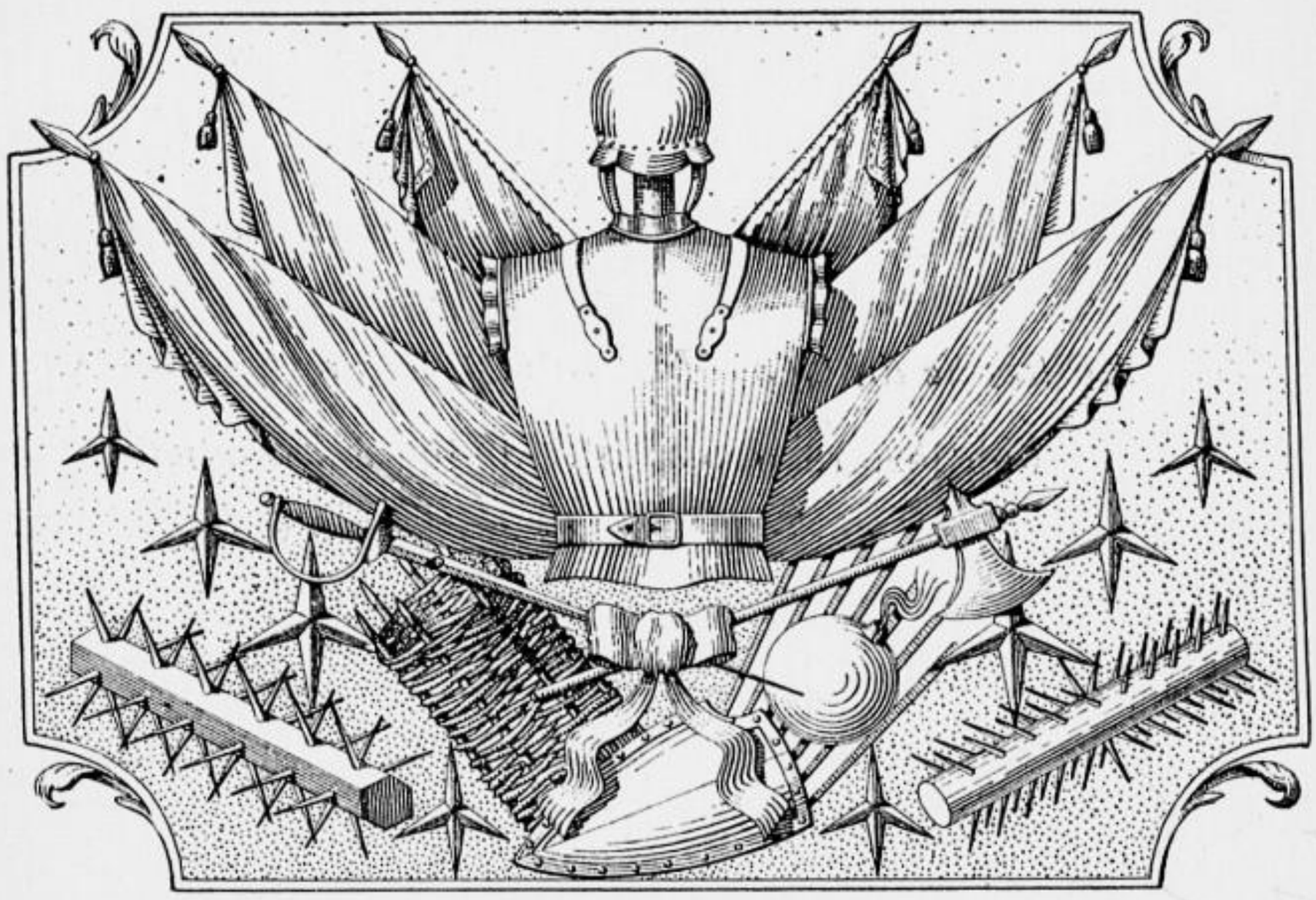
REVUE

DU GÉNIE MILITAIRE

8° T 2045

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant tous les mois.



QUARANTIÈME ANNÉE

Tome LXX (1er Semestre 1932)

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY-PARIS-STRASBOURG

La *Revue du Génie Militaire* laisse aux Auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions

LE GÉNIE

DANS LA BATAILLE SUR LES COURS D'EAU

L'importance des cours d'eau à la guerre est de tous les temps. Mais à l'heure actuelle, où l'on tend de plus en plus à utiliser les engins cuirassés et blindés pour ouvrir la voie à l'infanterie, cette importance n'a fait que croître. Jusqu'à ce jour, en effet, le cours d'eau même peu profond (plus de 1 m) et peu large (plus de 4 à 6 m) constitue le meilleur obstacle contre le char léger. Sous forme de rivière plus importante, il arrête également les chars de bataille. Enfin il apporte toujours et surtout un retard appréciable à l'entrée en ligne des matériels motorisés sur roues ou sur chenilles, dont on tend à doter l'infanterie comme matériel d'accompagnement et vers lesquels tendent également tous les matériels de combat (motorisation intégrale).

Il importe par suite que les moyens de franchissement permettent d'assurer rapidement le passage des matériels précités.

Étant donné que les éléments motorisés deviennent de plus en plus puissants et par conséquent de plus en plus pesants, le génie est obligé de recourir à l'utilisation des matériels d'équipage de plus en plus lourds. Leur manipulation demandera donc plus de temps et la durée totale de la mise en œuvre s'accroîtra sans cesse.

Ainsi, alors que la bataille moderne exigerait l'accélération dans l'entrée en ligne des moyens, le sapeur se voit obligé de demander plus de temps pour le franchissement des cours d'eau.

Il y a là une situation paradoxale qui ne manque pas d'être inquiétante et à laquelle il importe de s'efforcer de remédier.

Dans un autre ordre d'idées, les progrès de l'aviation permettent d'espérer qu'il sera un jour possible de débarquer des détachements sur les arrières immédiats de l'ennemi.

Si celui-ci n'est couvert que par des obstacles susceptibles d'être détruits par l'artillerie ou au moyen des chars de combat, on comprend qu'une simple opération d'aviation sur les derrières est susceptible de causer un certain désarroi chez le défenseur. Cette éventualité sera moins à craindre si ce dernier se sent couvert par un cours d'eau dont le franchissement exige une préparation méticuleuse par toutes les armes et en particulier l'intervention du matériel du génie et de sapeurs pour l'établissement de points de passage obligés susceptibles d'ailleurs d'être attaqués avec succès par l'artillerie et l'aviation du défenseur.

Plus que par le passé, les cours d'eau même peu importants seront donc recherchés comme obstacle devant les positions successives que présenteront vraisemblablement les champs de bataille (1).

Il ne paraît donc pas inutile d'analyser comment se présentera la bataille sur les cours d'eau pour les armées modernes plus ou moins motorisées et d'étudier (2) comment les commandants du génie des grandes unités auront à intervenir pour en assurer le franchissement dans les meilleurs conditions.

---

(1) *Instruction provisoire sur l'emploi tactique des grandes unités*, nº 98.

(2) Dans nos règlements d'après guerre la question n'est pas développée dans toute son ampleur. Dans le Règlement sur la manœuvre et l'emploi du génie on n'envisage que le cas particulier du franchissement d'un grand fleuve, en présence d'un ennemi solidement organisé.

PÉRIODE DE MOUVEMENT

Concentration ou constitution d'une armée d'opérations.

Pendant cette période, il peut arriver qu'une armée en cours de concentration ait reçu une mission offensive comportant la nécessité de chercher à s'assurer par sa cavalerie (D. C.) le débouché au delà d'un cours d'eau de quelque importance.

Dès cette opération préliminaire, le commandant du génie de l'armée se doit de faire donner mission au génie de la division de cavalerie d'exécuter la reconnaissance complète du cours d'eau en question. Comme généralement la D. C. opère sur un front étendu et que son génie organique n'a pas une importance en rapport avec l'étendue de la reconnaissance à faire, il sera indispensable de lui adjoindre quelques officiers du génie en supplément. Ce sera le seul moyen d'avoir la certitude que cette reconnaissance sera faite à fond, d'autant plus que le génie de la D. C. sera souvent absorbé par les missions propres qu'il aura à assurer pendant la progression.

Il s'agit là d'ailleurs de reconnaissances dont les résultats ne seront peut-être jamais utilisés mais qui *éventuellement peuvent l'être*, et cela suffit à justifier ce renforcement des cadres du génie poussés en avant.

En effet, la D. C. peut bien prendre possession des débouchés qu'on lui demande, mais elle peut aussi sous la pression ennemie non seulement être obligée de les céder mais même être contrainte de se replier derrière le cours d'eau et d'en détruire les passages. Dès lors l'armée après sa concentration sera obligée d'envisager pendant sa progression un passage de vive force. C'est à ce moment que les résultats des reconnaissances préalables seront utiles à toutes les grandes unités composant l'armée.

Si donc la reconnaissance a pu être faite et si elle a été complétée par celle des ressources des pays parcourus, le passage en cours de progression se fera avec le maximum de chances de réussite et dans le *minimum de temps*, ce qui souvent est essentiel à la guerre.

De ces considérations découle le devoir d'un général commandant le Génie d'une Armée, dans la zone d'opérations de laquelle se trouveront des cours d'eau à franchir, qu'ils aient ou non été reconnus au préalable par la cavalerie.

Sur la base des renseignements qu'il possède d'après les documents de l'E.-M., il devra se préoccuper de comparer les moyens organiques dont disposera l'Armée avec les besoins. S'il y a insuffisance et impossibilité d'obtenir plus, il devra par tous les moyens et en recourant à l'*emploi à fond de toute la technique du Génie*, chercher à parer à cette insuffisance. Le commandement n'admettra jamais et à juste raison, qu'on déclare insuffisants les moyens organiques, si on n'a pas au préalable essayé de les compléter par tous les moyens de circonstance que les ressources locales peuvent fournir dans la zone d'opérations dès la période de concentration et pendant toute la progression jusqu'au cours d'eau.

Il appartiendra d'ailleurs au Génie de l'Armée d'utiliser au maximum tous les commandants du Génie des grandes unités pour que, avant l'heure où commencera la marche en avant, le bilan des ressources existantes dans la zone de concentration ait été établi et que l'enlèvement éventuel en ait été préparé d'accord avec l'E.-M.

Ces mesures sont indispensables, car au début d'une guerre il y a intérêt à soulager les courants de transport et à demander le moins possible aux ressources de l'intérieur du pays — jusqu'à ce que la mobilisation industrielle y soit bien organisée. Il y a d'ailleurs à cela

une autre raison : si le sort des armes nous est contraire, mieux vaut au préalable avoir vécu sur les ressources des régions à abandonner que sur celles qui doivent continuer à alimenter les armées.

Il sera possible, si les reconnaissances des ressources locales ont été bien faites et si on n'a pu les utiliser, de les détruire avant de se replier et ce sera autant de perdu pour l'ennemi en mal de poursuite. Le devoir essentiel du général commandant le génie est de se mettre en mesure d'aider les commandants du Génie des grandes unités qui composent l'Armée.

La bataille.

La concentration terminée, et la marche offensive entreprise, supposons que le franchissement d'un cours d'eau soit envisagé au cours des opérations. Comment le Génie aura-t-il à intervenir auprès du commandement, quelles dispositions devra-t-il prendre, comment devra-t-il proposer d'articuler les moyens du Génie dans l'ensemble du dispositif de progression pour être toujours prêt en toute circonstance à répondre aux demandes du commandement?

Le problème est d'importance, les moyens de combat à mettre en œuvre seront en effet très sérieux même dès le début de la guerre. De plus au cours de ces opérations le facteur vitesse est capital car les troupes sont généralement mal aguerries et sujettes à panique. Il en résulte que contre un ennemi battu, se repliant plus ou moins en désordre, cherchant le salut derrière un cours d'eau, un passage fait sur ses talons peut avoir des conséquences incalculables. Or, ce passage ne sera possible que si on a préparé les moyens et si ceux-ci ont été bien articulés dans le dispositif général de la bataille.

Prévisions. — Préparatifs au cours de la marche en avant.

Dès qu'une grande unité s'engage dans une zone d'opérations et que les premiers contacts sont pris, si cette zone renferme des lignes d'eau susceptibles d'être utilisées par l'ennemi pour s'opposer à la marche en avant, le devoir du commandant du Génie est de se préoccuper le plus tôt possible de recueillir des renseignements sur la nature de l'obstacle et les difficultés de son franchissement.

Les notices d'E.-M. lui donneront une première approximation. Mais les données ainsi obtenues sont généralement vieilles de plusieurs années, elles se rapportent à l'état normal du cours d'eau (étiage) et par suite elles n'ont qu'une valeur relative. Aussi devra-t-il demander au commandement, dès qu'on sera à distance de reconnaissance d'avions, que des officiers du Génie qualifiés (c'est-à-dire observateurs) soient envoyés en mission aérienne non seulement pour voir eux-mêmes, mais aussi pour rapporter tous clichés photographiques nécessaires (vues droites, vues obliques, etc.).

L'interprétation de ces photos aériennes par les observateurs sapeurs (1) sera de nature à fournir d'excellents renseignements. On y puisera en particulier ceux concernant les abords du cours d'eau, les couverts, les cheminements possibles et même parfois la profondeur d'eau, le courant, etc... Le commandement y trouvera aussi son compte, et pourra déjà très probablement déterminer les zones de passage les plus favorables.

En tous cas, les résultats de ces reconnaissances permettraient au commandant du Génie de se faire une

(1) Ainsi apparaît l'intérêt qu'il y aurait à ce que chaque année des officiers du génie fussent envoyés faire un stage dans l'Aviation pour y acquérir le brevet d'*observateur du génie* dont il faudrait établir les bases. Dans la guerre moderne des observateurs de cette nature seront aussi indispensables que ceux des autres armes.

idée suffisamment nette de l'*état du moment* du cours d'eau et de baser ses prévisions sur des données plus récentes que celles des notices d'E.-M.

Quand la chose sera possible, tous les éléments ainsi obtenus seront recoupés par les documents que peuvent fournir les archives du service local des Ponts et Chaussées, par l'interrogatoire des habitants, etc., etc...

Au cours de cette marche en avant et dans la mesure où les missions données au Génie le permettront, il y aura lieu de faire reconnaître par des cadres du Génie, les ressources susceptibles d'être utilisées en cas de besoin. Sans aller jusqu'à reconnaître tout le secteur de marche de la grande unité, chaque commandant du Génie pourra se fixer une bande de terrain de part et d'autre de l'axe de marche (axe de communication de la grande unité) et aussi quelques points ou localités importants. Les notices d'E.-M. quand on les aura, permettront d'ailleurs de limiter ce programme de reconnaissance.

Cette détermination des ressources locales sera de plus en plus serrée au fur et à mesure qu'on approchera du cours d'eau (1).

Dès qu'apparaîtra au Commandement la probabilité d'aborder l'obstacle, c'est-à-dire dès que les éléments combattants de tête s'en trouveront à une vingtaine de kilomètres (2), la question du matériel de franchissement se posera dans toute son acuité. Ce sera le moment pour le commandant du Génie de chaque grande unité intéressée au passage, de préparer les ressources locales reconnues, de les ouvrer et d'en organiser la

---

(1) La détermination des ressources locales doit être complétée par une étude aussi serrée que possible des dispositions à prévoir pour rassembler et transporter celles de ces ressources dont on prévoit l'utilisation. (*N. d. l. R.*)

(2) Il est peu probable qu'en une journée de combat, des troupes engagées puissent faire une pareille progression et dès lors on aura le temps de bien se préparer.

poussée en avant dans les meilleures conditions, en demandant les moyens nécessaires à son chef.

A chaque échelon, le commandement du Génie devra avoir comme souci essentiel de tout mettre en œuvre pour aider l'échelon plus avant et lui faciliter sa tâche.

Ici apparaît dans toute son ampleur, la tâche des commandants du Génie de C. A. et d'Armée, qui seront toujours placés dans de meilleures conditions que le Génie divisionnaire pour utiliser, préparer, ouvrer et transformer les ressources locales.

Mais celles-ci ne sont que l'appoint qui viendra compléter les moyens réglementaires portés par les trains de combat des compagnies, les équipages de pont, les compagnies de parc.

La difficulté apparaîtra surtout quand il s'agira d'incorporer tous ces moyens et le personnel de mise en œuvre dans le dispositif de combat et de les articuler de façon *qu'en toute circonstance et quels que soient le développement et l'ampleur pris par les opérations, le Génie soit toujours prêt à répondre à l'appel du Commandement.*

C'est en pareille circonstance que les commandants du Génie des grandes unités devront vivre en contact intime et en liaison étroite avec leurs chefs, de façon à attirer leur attention sur les difficultés auxquelles leurs idées de manœuvre risquent de se heurter du fait de l'intervention dans la bataille du sapeur ennemi avec tous ses moyens et toutes ses embûches.

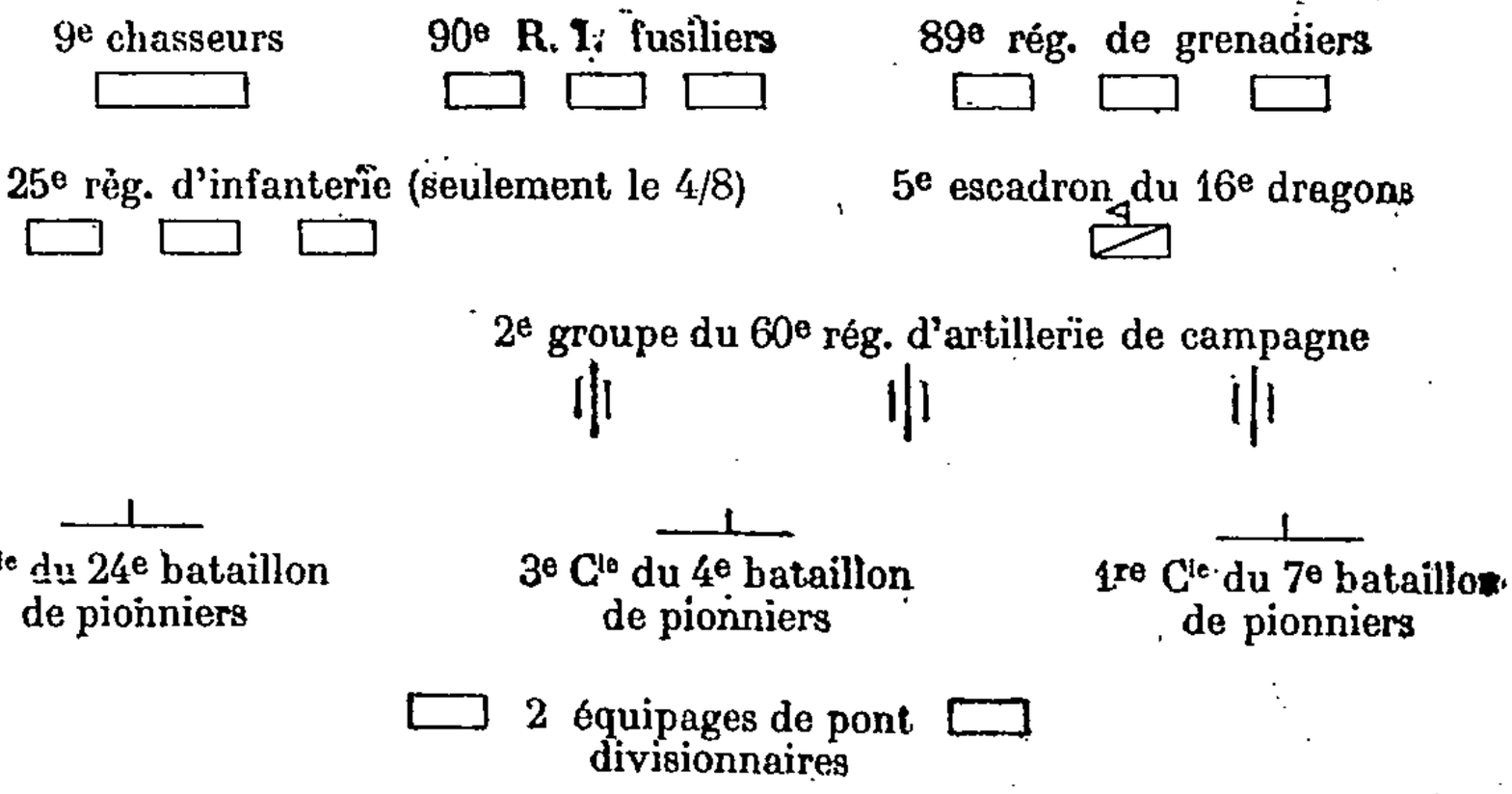
Ils devront non seulement signaler ces difficultés, mais faire toutes propositions, adresser toutes demandes en vue de les écarter le mieux possible au cours des opérations projetées.

Le manque de liaison de cette nature peut avoir parfois des conséquences énormes comme en témoignent les quelques exemples suivants, très brièvement exposés.

Passage de la Meuse par la division de cavalerie Garnier et la 34e brigade d'infanterie allemande du 3 au 6 août 1914 (1).

Lors de la marche sur Liége, la 34e brigade d'infanterie renforcée devait être prête le 5 août 1914 au soir à faire irruption dans le front nord de la place entre les forêts de Loncin et de Pontisse.

34e brigade d'infanterie renforcée



La division de cavalerie Garnier (partie des 2e et 4e D. C.) devait couvrir le flanc droit et les derrières de la 34e brigade lors du mouvement, éclairer vers Anvers, Bruxelles, Charleroi et couper les voies ferrées venant de l'ouest vers Liége.

Pour cela ces deux éléments devaient franchir la Meuse à Visé du 4 août au soir au 5 août au matin.

Cette localité était enlevée aux Belges le 4 août au soir. Les ponts de la Meuse étaient détruits. Le pas-

(1) Lieutenant-colonel AUGUSTIN, *Die Entwicklung der Pionnierwaffe in deutschem Heere während des Weltkriegs*. Mittler und Sohn, à Berlin.

sage du fleuve, alors possible tactiquement, ne put être exécuté ni le 4 au soir, ni dans la nuit du 4 au 5, ni le 5 au matin *parce qu'aucun matériel de pont n'était à sa place dans le dispositif d'attaque.* Quelques patrouilles de destructions (*Sprengpatrouille*), quelques patrouilles de découverte (*Fernpatrouille*) et quelques escadrons de reconnaissance seuls purent être traversés vers Mawagne avec du matériel de fortune et l'équipage de pont de cavalerie.

En fait, la D. C. et la 34e brigade restèrent inactives sur la rive droite de la Meuse.

Ce n'est que vers 16 h 45 le 5 août, qu'arrivaient enfin les deux équipages de pont divisionnaires, le passage de la 34e brigade sans son artillerie commença aussitôt. Il n'était terminé que le soir vers 22 h 30, bien que les effectifs fussent réduits à ceux du temps de paix.

La 34e brigade entreprenait le 6 août 1914 seulement à 2 h 30 sa marche en avant en débouchant d'Hermée, sans avoir eu le temps de faire une reconnaissance à cause du passage tardif de la Meuse.

L'attaque (Vorstoss) échouait après un dur combat parce qu'elle ne bénéficia plus de la surprise et à cause aussi de l'insuffisance des reconnaissances.

C'est seulement le 8 août 1914 qu'un pont put être lancé à Lixhé. Mais si les Belges avaient défendu la Meuse avec un bataillon à Visé et une brigade à Tongres, toute l'opération eût échoué à Visé même parce que le manque de matériel empêchait de tenter le passage de vive force (1).

Les événements relatés ci-dessus se produisirent bien que la 34e brigade disposât de trois compagnies de pionniers.

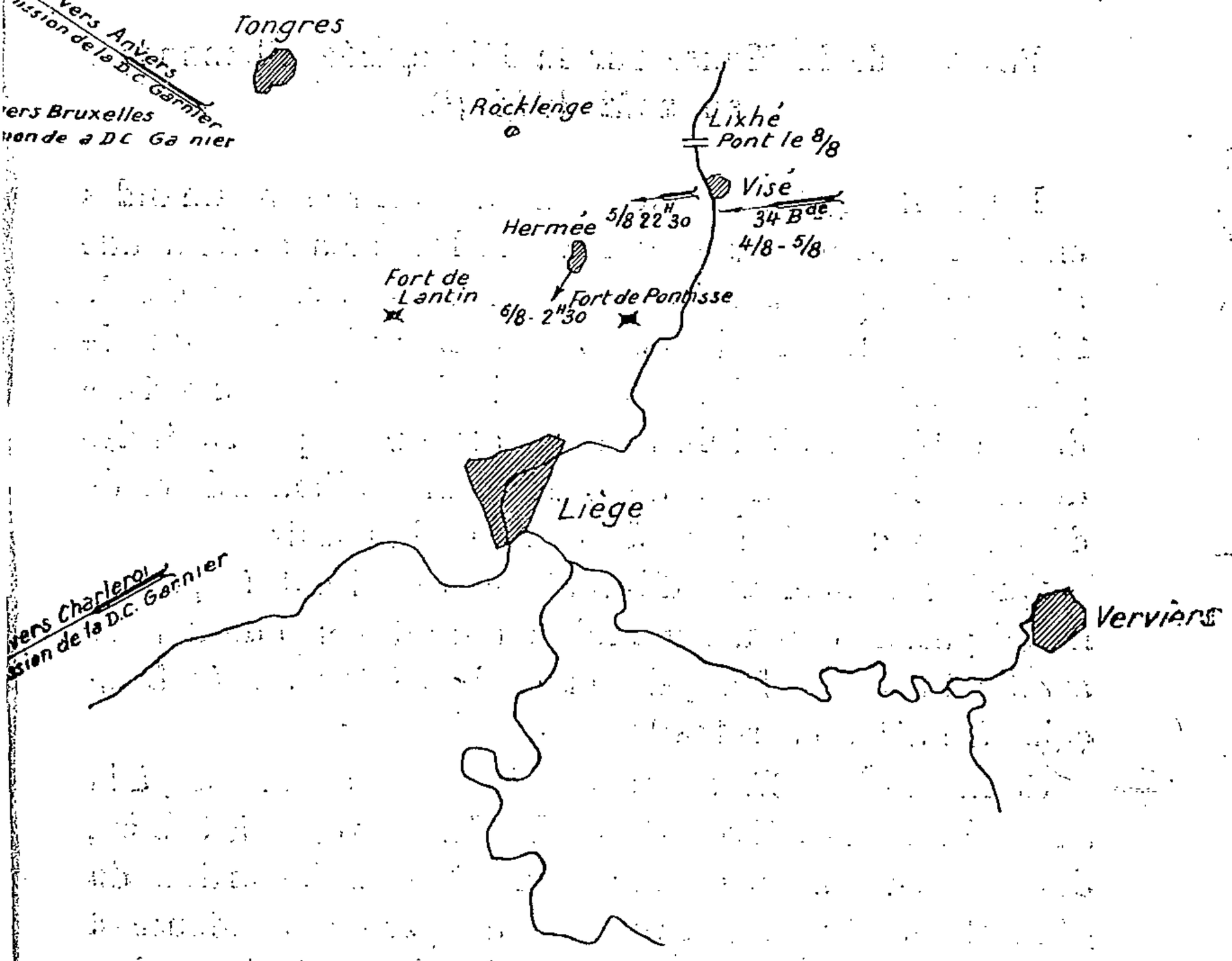
Il manquait à ces unités un chef de bataillon qui

(1) Extrait de la relation allemande.

aurait signalé à temps au commandant de la brigade, la possibilité de trouver les ponts détruits sur la Meuse et eût ainsi provoqué à temps la poussée en avant des trois compagnies de pionniers et des équipages de pont.

Le passage de la 34e brigade et de la D. C. eût été terminé vingt-quatre heures plus tôt et la mission reçue eût pu alors être exécutée.

Croquis N° 1



Du fait de l'imparfaite collaboration et de la *non intervention à temps du commandant du Génie de C. A. près des généraux de division* lors de l'avance du XVIe C. A. allemand vers la Meuse en aval de Verdun près de Vilosne (août 1914), le mouvement effectué par l'artillerie divisionnaire empêcha la poussée en avant

des équipages de pont, sur le chemin étroit de la Côte de Romagne, malgré les ordres donnés par le commandant du Génie de C. A. Il en résulta un retard d'une journée.

Ce dernier exemple est surtout à retenir car il pose non seulement la question de liaison entre les deux échelons de Commandement et du Génie, mais aussi une question d'itinéraire et de priorité de passage.

Passage de la Meuse par la IIIe armée allemande en août 1914 (1).

Pendant la marche en avant des armées allemandes en France au mois d'août 1914, la IIIe armée allemande atteignait la Meuse avec ses éléments avancés dès le 21 août et tentait le passage le 23 août alors que le général Lanrezac, laissant la 51e D. R. en couverture de ce côté, tentait lui-même en attaquant par sa droite de déborder la gauche de la IIe armée allemande et de déboucher dans le flanc du C. A. de la Garde.

Quelques éléments d'infanterie réussirent à passer, ils ne purent déboucher mais suffirent cependant pour arrêter l'attaque française et décider la Ve armée française à battre en retraite.

Ce même jour 23 août, la IIIe armée allemande, à la suite d'une directive de l'O. H. R. (2) reçue à 9 h 50, donne l'ordre à un détachement (3) sous les ordres du général Götz von Olenhusen, de passer la Meuse à Fumay pour couper la retraite à la Ve armée française.

Ce détachement ne pourra pas franchir la Meuse *uni-*

---

(1) Cet exemple et les suivants sauf le passage de l'Aisne par la VIe armée française sont cités dans *Kampf um Flüsse* par le Dr Oscar Regel. Verlag von R. Eisenschmidt, Berlin.

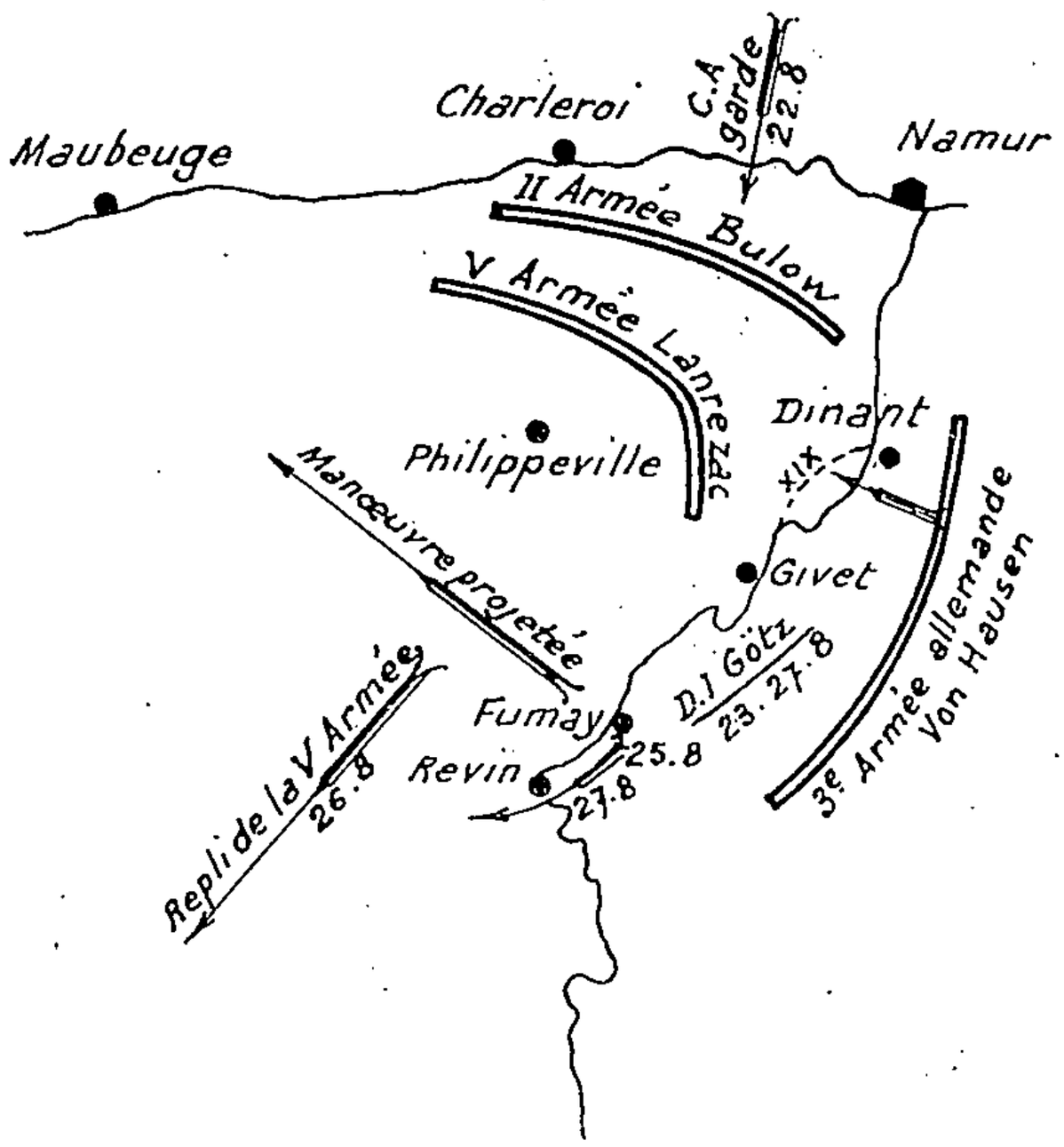
(2) Obersteheeresleitung, c'est-à-dire G. Q. G.

(3) Une brigade de la 40e D. I., 3 groupes d'artillerie; 1er régiment d'infanterie de la 24e D. I. et 2e bataillon de chasseurs.

quement parce que les équipages de pont n'étaient pas à leur place dans le dispositif d'attaque et ne passera finalement la Meuse que le 27 à Revin, trop tard pour inquiéter l'Armée française en retraite.

Il est certain que l'apparition de la division Götz sur

Croquis N° 11

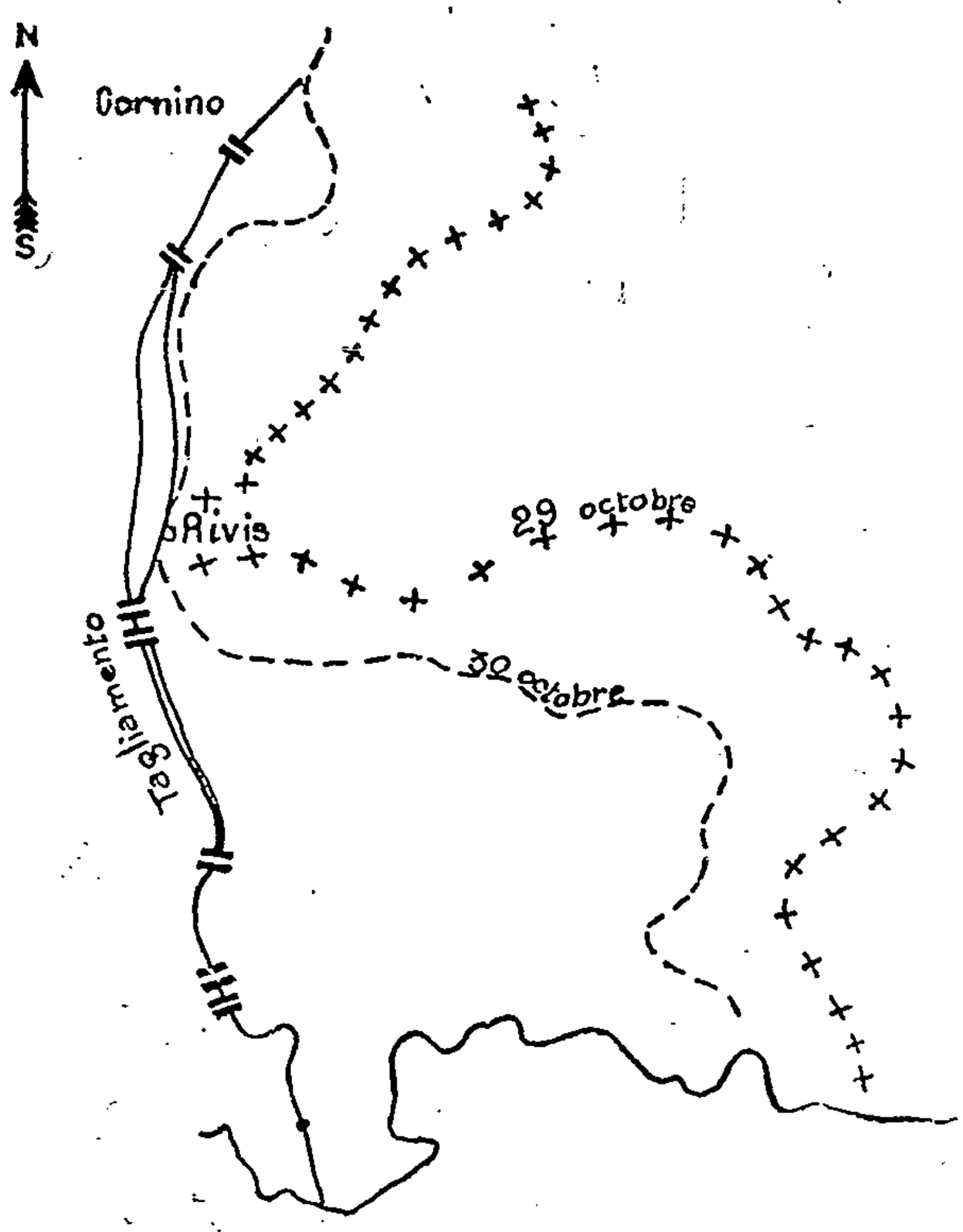


les arrières de la Ve armée à hauteur de Fumay, à 20 km au sud de l'extrême aile droite de la 51e D. R. française en couverture sur la Meuse entre Anhée et Givet, aurait pu avoir de graves conséquences pour cette armée.

Passage du Tagliamento par les Autrichiens fin octobre 1917.

Après la rupture du front italien à Karfreit—Tolmeiner, les Autrichiens poursuivent les Italiens et le 29 octobre 2 divisions autrichiennes atteignent le Ta-

gliamento à Rivis, 3 autres y arrivent les 30 et 31 octobre. Le front au 29 et au 30 octobre (voir croquis) montre comment une progression rapide au delà du fleuve pouvait mettre l'ennemi dans une situation très dangereuse.



Croquis nº 3.

Le 29 octobre, au sud de Rivis il y avait encore, à l'est du fleuve 18 divisions italiennes et le 30, 8 divisions.

Comme le Tagliamento était en hautes eaux, les Italiens ne pouvaient multiplier les passages par le lancement de ponts d'autant moins qu'ils avaient perdu la plupart de leur matériel de ponts sur l'Isonzo

Mais les Autrichiens n'avaient pas été suivis non plus de leurs équipages de pont soit du fait de la rapidité de leur progression, soit à cause d'une articulation insuffisante des moyens, soit par manque de ceux-ci par suite de prévisions insuffisantes à la suite d'un succès foudroyant et certainement inespéré.

Toujours est-il que ce n'est que le 2 novembre, après des efforts incroyables, que la 55e D. I. autrichienne réussissait à passer près de Cornino les premiers bataillons sur une passerelle branlante d'échelles (Leitersteg) construite par les pionniers.

Ce passage bien réussi suffisait à faire tomber toute la position italienne à l'ouest du fleuve. Quel succès les Autrichiens n'eussent-ils pas obtenu si les premiers coups avaient pu être portés à l'ouest du fleuve quelques jours auparavant?

Mais l'absence d'équipages de pont avait empêché une pareille opération.

Passage de l'Aisne par le IVe C. A. de la VIe armée (1) française (voir planche I).

La VIe armée française après la bataille de l'Ourcq, se met à la poursuite de la 1re armée allemande en retraite vers le nord à l'ouest de Soissons.

Le 11 septembre 1914 au soir, la VIe armée atteint avec ses avant-gardes la ligne Pierrefonds—Chelles—Pommiers, ligne située à 8 kilomètres au sud de l'Aisne, entre la forêt de Compiègne et la route Soissons—Château-Thierry.

L'ordre d'opérations de la VIe armée pour le 12 septembre comporte les directions suivantes : marcher vers le nord, passer l'Aisne, prendre pied au nord de la rivière entre Nampcel et Terny face au nord.

---

(1) *Emploi tactique du Génie*, par le colonel Bailly. Ch. Lavauzelle et Cie.

Il renferme les dispositions suivantes :

Ponts. — Pour parer à une destruction possible (!) des ponts et pour en construire au besoin de supplémentaires, les équipages de pont devront être poussés cette nuit près de la tête des gros.

Cet ordre est du 11 septembre, 18 h 30. Au point de vue passage de l'Aisne, il prévoit ce qu'il faut et ne suscite aucune observation.

Passons maintenant au IVe corps d'armée.

L'ordre préparatoire donné à 11 h 50 (1) pour le 12 septembre ne contient pas trace d'instructions pour le passage de l'Aisne, ni de la moindre prévision.

Ce n'est que le 11 septembre à 23 heures, probablement après réception de l'ordre de la VIe armée visé plus haut, que ce corps d'armée demande un équipage de pont, le sien étant resté quelque part à l'arrière.

D'autre part, le même ordre préparatoire prévoit le mouvement du corps d'armée en deux colonnes. Recherchons dans ces colonnes la place des unités du Génie divisionnaire et de corps d'armée.

Colonne de gauche : 8e division, compagnie du Génie de corps 4/4 et d'autres éléments, sous les ordres du général commandant cette division.

La 8e division n'a pas sa compagnie divisionnaire; la compagnie 4/2 laissée sur la Marne répare les ponts.

La compagnie 4/4 marche derrière le gros de la 8e division, ainsi qu'il ressort du journal de marche de cette compagnie :

Le 12, départ à 5 h 30, la compagnie marche derrière la 8e division.

Cette division va donc aborder l'Aisne sans sapeurs, alors qu'il eût été si facile de mettre à sa disposition la compagnie 4/4.

---

(1) Probablement 23 h 50.

Colonne de droite sous les ordres du général commandant le IVe corps d'armée. — Ordre de marche : 7e division et éléments non endivisionnés.

Avant-garde : 103e d'infanterie, un groupe d'artillerie de campagne, compagnie du Génie 4/1.

Gros : 104e régiment d'infanterie, deux groupes d'artillerie divisionnaire, 102e régiment d'artillerie de campagne, compagnie du génie 4/3, etc...

En fait, la compagnie 4/1, qui s'était fait presque anéantir au combat d'Ethe, n'a pas figuré un seul instant dans la colonne, comme en témoigne son journal de marche; elle n'a rejoint sa division qu'au nord de l'Aisne.

Journal de marche de la 4/1 :

Le 11, la compagnie bivouaque à la ferme Lessart, près de Nanteuil-le-Haudoin;

Le 12, aucun ordre de la division. Marche vers le nord;

Le 13, marche vers Croutoy, vallée de l'Aisne, nous arrivons au pont de la Motte, encombré par l'artillerie. Nous ne pouvons pas passer l'Aisne et cantonnons à Couloisy, sans ordres;

Le 14, la compagnie passe l'Aisne à la Motte.

Mais, en admettant même que la compagnie 4/1 eût été incorporée dans la colonne, la compagnie 4/3 n'aurait pas dû être reléguée à l'arrière du gros. Il y avait intérêt à la placer en tête du gros, pour lui permettre facilement de se porter sur l'Aisne au premier ordre. Toujours est-il que, par suite des dispositions que nous venons d'indiquer, les avant-gardes de ce corps d'armée ont atteint l'Aisne dans l'après-midi du 12. *En l'absence des sapeurs, quelques fantassins, s'aidant de péniches trouvées sur place, réussissent cependant à passer quelques éléments légers au nord de la rivière.*

Mais en raison, d'une part, de l'éloignement dans les colonnes des compagnies du génie de corps, d'autre part, du retard dans l'arrivée de l'équipage de pont

demandé à l'armée, la construction d'un pont sur l'Aisne ne put être entreprise que dans la nuit du 12 au 13 et ce pont ne fut livré à la circulation que le 13 vers 5 h 30.

Ce pont fut remplacé, le 14, par un pont de péniches, ce qui prouve qu'il y avait sur l'Aisne, dans cette région, des moyens de fortune qui, entre les mains des compagnies du génie divisionnaire ou de corps d'armée, si elles avaient été à leur place soit dans l'avant-garde devant l'artillerie, soit en tête du gros de la colonne, auraient pu intervenir et assurer le passage de la plus grande partie des éléments du corps d'armée dès la tombée du jour le 12 au soir.

Les opérations du IVe corps d'armée sont intéressantes, parce qu'elles donnent plusieurs exemples de ce qu'il ne faut pas faire dans l'emploi du génie au cours d'une poursuite.

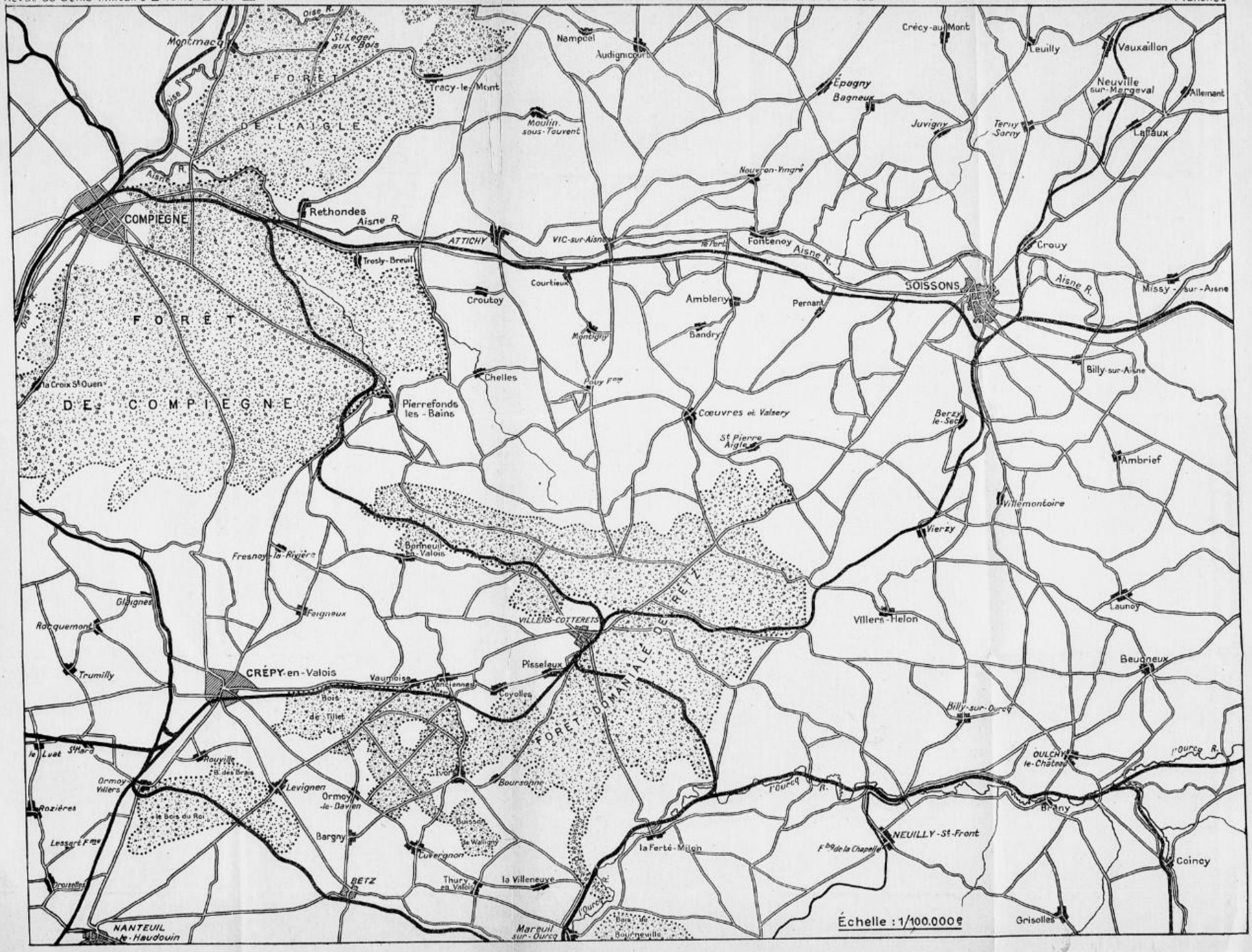
Par contre, quand l'articulation des moyens est bien faite, les opérations se développent toujours mieux ainsi que le montrent les exemples suivants :

Passage de l'Aisne par le 7e C. A. de la VIe armée.

Dans le dispositif de la VIe armée, ce corps d'armée stationne, pendant la nuit du 11 au 12 septembre, dans la région de Villers-Cotterêts et reprend sa marche vers le nord le 12 au matin en deux colonnes :

Colonne de droite : 63e division et partie des éléments non endivisionnés dont la compagnie du génie de corps 7/3. Itinéraire : Villers-Cotterêts—Soucy—Cœuvres et Valsery—Ambleny;

Colonne de gauche : 14e division et partie des éléments non endivisionnés dont la compagnie du génie de corps 7/4. Itinéraire : Vivières— ferme de Pouy—Montigny—Vic-sur-Aisne.


Oise R.
Montmacq
St Léger aux Bois
FORÊT DE LAIGLE
Tracy-le-Mont
Nampcel
Audignicourt
Crécy-au-Mont
Leuilly
Vauxaillon
Épagny
Bagneux
Neuville sur-Margeval
Allemant
Juvigny
Terny Sorny
Larbaux
Moulin sous-Touvent
Nouvron-Vingré
Aisne R.
COMPIÈGNE
Rethondes
ATTICHY
VIC-sur-Aisne
le Port
Fontenoy
Crouy
Tresly-Breuil
Courtieux
Croutoy
Amblény
Pernant
SOISSONS
Missy-sur-Aisne
Montigny
Bandry
Billy-sur-Aisne
la Croix St Ouen
FORÊT DE COMPIÈGNE
Chelles
Pierrefonds les-Bains
Cœuvres et Valsery
St Pierre Aigle
Berzy le-Sec
Ambrief
Villemontoire
Vierzy
Fresnoy-la-Rivière
Barneuil en-Valois
Feigneux
Villers-Cotterets
FORÊT DOMANIALE DE RETZ
Villers-Helon
Launoy
Beugneux
Trumilly
CRÉPY-en-Valois
Vaumoise
Pisseleux
Coyolles
Billy-sur-Ourcq
Rouville
Ivors
Boursonne
OULCHY le-Château
Ormoy Villers
Levignen
Ormoy le-Davien
Bargny
Cuvergnon
la Ferté-Milon
NEUILLY-St-Front
Coincy
BETZ
Thury en-Valois
la Villeneuve
Mareuil sur-Ourcq
NANTEUIL le-Haudouin
Grisolles
Échelle : 1/100.000e

L'équipage de pont est poussé en avant, en vue du passage éventuel de l'Aisne.

Voyons la place des unités de génie dans ce dispositif :

La compagnie 13/13, compagnie divisionnaire de la 63e D. I., marche avec sa division, mais les documents du Service historique ne permettent pas de préciser exactement sa place. Ces documents nous permettent cependant de constater qu'elle était bien là où il fallait quand on a abordé l'Aisne et c'est la chose essentielle.

Colonne de droite : Dans le journal de marche de la 63e D. I. on relève ceci :

> A l'arrivée à Amblény (le 12 septembre), les Allemands, qui ont fait sauter les ponts de l'Aisne et occupent la rive nord, s'opposent à notre progression, etc...

Dans le journal de marche de la compagnie divisionnaire 13/13 on lit :

> A Amblény (12 septembre), le général de division charge le sous-lieutenant M... de reconnaître les points de passage possibles sur l'Aisne aux environs de Le Port.

Cette compagnie avait donc suivi, au contact, la progression de l'infanterie. Elle a reconnu l'état des ponts, mais les circonstances ne lui ont pas permis de faire un travail propre à la division. Mise à la disposition du général du C. A., elle aidera à la construction d'un pont de bateaux par la 7/3.

Quant à la compagnie 7/3, elle marche avec le gros; elle reçoit l'ordre d'assurer le passage de la colonne de droite à 15 h; le capitaine part en reconnaissance, reconnaît un point de passage. A la tombée du jour, l'équipage, qui avait été poussé en avant, est amené au bord de la rivière. Le 13 septembre à 1 h 30, le passage est assuré à Fontenoy.

Le travail avait été protégé par des éléments d'in-

fanterie passés sur la passerelle de l'écluse laissée intacte par les Allemands. Dès 8 heures du matin, le lendemain, le quartier général de la 63e division est installé sur la rive droite de l'Aisne.

Colonne de gauche : La compagnie du génie 7/1 marche avec la tête d'avant-garde. A 11 h, le capitaine fait une reconnaissance de l'Aisne. Les ponts sont encore intacts. A 12 h 15, les ponts sautent. A 13 h, le capitaine fait une nouvelle reconnaissance et constate que le pont de Vic-sur-Aisne est insuffisamment détruit. A 14 h, la compagnie commence la réparation du pont. A 15 h, une réparation de fortune est faite; l'artillerie et l'infanterie commencent le passage à 15 h 10. La 14e division tout entière est, le soir, de l'autre côté de l'Aisne et la compagnie renforce la réparation du pont. Le 13, le mouvement vers le nord reprend; la compagnie 7/1 est remise en tête d'avant-garde.

Autant la place de cette compagnie en tête d'avant-garde se justifiait le 12, autant elle se justifiait peu le 13. Ce jour-là, elle eût été mieux à sa place soit en queue d'avant-garde, soit en tête du gros. Cette compagnie se trouva, en effet, immédiatement engagée comme infanterie.

La zone à parcourir par la 14e division, le 13, ne comportait pas, à petite distance, le franchissement d'obstacles. Rien ne justifiait donc le maintien du génie en tête de l'avant-garde.

Un pont de pilots (63 m), entrepris aussitôt, était achevé le 17 au matin et permettait le passage des camions de 5 t. Le matériel d'équipage devenait disponible.

Le VIIe corps d'armée obtint des résultats bien plus brillants que le IVe corps d'armée.

Passage de l'Argesul par la 12e D. I. bulgare en Roumanie en 1916.

L'avant-garde de la 12e D. I. bulgare au cours de la campagne en Roumanie en 1916 réussissait à enlever le pont en bois sur l'Argesul à Varlam—Copačéni, long de 215 m et alors qu'il brûlait depuis peu. Les pionniers bulgares et autrichiens étaient aussitôt sur place, éteignaient l'incendie et rendaient le pont rapidement utilisable. Les quatre premières travées étaient sciées et la brèche était fermée par du matériel d'équipage.

Deux des travées étaient tellement brûlées que l'emploi du matériel d'équipage s'imposait.

En plusieurs autres endroits la voie du pont était simplement réduite. Comme dans cette région il n'y a pas de bois de construction, le manque de matériel d'équipage aurait pu avoir des suites fâcheuses. Grâce à cette heureuse articulation des moyens du génie, la poursuite n'éprouvait aucun retard et les colonnes de la D. I. voisine utilisèrent aussi le pont de Varlam.

Passage de la Save par les Autrichiens près de Jarak et du Dniester à Zurawno en 1915.

Lors du passage de vive force de la Save à Jarak en 1915, les pionniers autrichiens furent transportés sur des voitures du pays, les équipages de pont arrivèrent au trot. On réussissait ainsi à surprendre l'ennemi encore sur l'impression de la défaite qu'il venait de subir (les Serbes avaient dû précisément évacuer Syrmien) et à l'empêcher d'organiser ultérieurement une défense du fleuve.

Au cours des deux passages ci-dessus le succès fut tel que dans les deux cas les pertes furent très légères.

Le même succès fut assuré au corps allié de Bothmer quand le 6 juin 1915 il se saisit du pont de Zurawno sur le Dniester. Après une poursuite acharnée, la garde et la Honved atteignaient la rivière alors que les Russes en fuite incendiaient le pont. Mais les pionniers allemands et autrichiens arrivaient aussitôt et rendaient utilisables les parties de l'ouvrage partiellement brûlées.

Ces exemples suffisent à montrer l'intérêt capital qui s'attache à ce que l'articulation du personnel et du matériel du Génie soit bien adaptée au dispositif tactique d'attaque.

L'articulation des moyens.

Comment concevoir cette articulation, aux divers échelons D. I., C. A., Armée, au cours d'une progression qui doit, en combattant, conduire au contact d'un cours d'eau (1) et à son franchissement.

Il est nécessaire d'abord de rappeler quelques prescriptions de nos règlements auxquels il est bon de se référer en toute circonstance.

1° Les travaux du génie sur le champ de bataille sont généralement exécutés sous la protection de l'infanterie.

Le génie travaille toujours par fractions constituées sous le commandement de ses chefs (2).

2° Lorsqu'un élément du génie se trouve par le fait de circonstances imprévues, englobé au milieu des troupes d'autres armes en situation difficile (infanterie, artil-

---

(1) Il ne saurait être question de prendre ce qui va être écrit comme un schéma rigide. A la guerre tout est cas d'espèce et seul le cas d'espèce permettrait l'adaptation qui dépendra essentiellement de la valeur personnelle des commandants du génie des grandes unités.

(2) *Règlement provisoire sur l'emploi tactique des grandes unités*, titre II, chap. I, art. 4.

lerie...) il leur apporte spontanément son appui dans la mesure où sa mission particulière le lui permet.

Les ordres donnés à un détachement du génie doivent préciser la conduite à tenir le cas échéant (1).

3° En règle générale (1), les unités du génie sont affectées à des chantiers dont la direction appartient aux commandants du génie.

Dans certains cas, elles peuvent être mises à la disposition d'autre armes ou services, mais c'est toujours en vue d'une tâche définie et pour une durée aussi bien déterminée que possible.

On évitera de morceler les unités du génie. L'élément minimum est la section qui est commandée par un officier et outillée pour pouvoir travailler isolément.

Il découle déjà de ces prescriptions qu'en cas de progression vers un cours d'eau, le dispositif articulé des moyens du génie (personnel et matériel) devra être conçu sur les bases suivantes :

1° Les moyens entrent en ligne sur le cours d'eau seulement après que l'infanterie et l'artillerie auront appliqué un dispositif de feu sur la rive ennemie assurant au sapeur une protection suffisante lui permettant de mettre en œuvre ses moyens poussés en avant au fur et à mesure de la progression.

2° Les troupes du génie sont placées dans le dispositif de progression de façon qu'elles ne puissent pas être exposées à se trouver mêlées aux éléments avancés d'infanterie toujours soumis à des incidents imprévus, sinon les sapeurs seront engagés inévitablement avec les fantassins et ne seront pas disponibles au moment où on abordera le cours d'eau. Ils risqueront de plus d'y perdre le matériel léger qu'ils portent avec eux.

Ces éléments du génie ne sauraient être sous les

---

(1) *Règlement sur l'emploi et la manœuvre du génie*, 2e partie, paragraphes 8 et 29.

ordres directs de chefs d'infanterie. Ceux-ci, en effet, absorbés par le combat ne pourraient pas s'occuper utilement des sapeurs, surtout si ces derniers avaient des ordres *précisant la conduite à tenir le cas échéant.*

3° Le passage d'un cours d'eau étant d'une manière générale une opération d'ensemble, il y aura intérêt en toute circonstance à en confier la direction technique à un officier du génie qualifié, mis à la disposition du chef qui aura à diriger le passage du cours d'eau pour l'ensemble des premiers éléments de la grande unité marchant vers la rivière.

Les moyens en personnel dont il disposera seront des sections qu'il distribuera suivant les missions qu'il recevra au cours de la bataille.

En d'autres termes, le chef chargé de diriger le passage au cours du combat, manœuvrera les sections du génie et leur matériel exactement comme il manœuvrera les batteries ou groupes d'artillerie d'appui direct, qui accompagnent la progression des unités d'infanterie.

Quelques exemples de la guerre vont confirmer ces conclusions.

(*A suivre.*)

Colonel BAILLS.

UTILISATION DE LA CHALEUR SOLAIRE

PRÉAMBULE

L'Exposition coloniale a démontré, aux yeux étonnés de l'univers, le génie colonisateur de la France. Explorateurs, savants, administrateurs, humbles pionniers doués de toutes les vertus militaires lui ont donné de lointains territoires où fleurissent les bienfaits de notre civilisation. Leur sol ingrat, chaotique, meurtrier, où chaque épi représente une goutte du sang généreux versé par les officiers et soldats de notre vaillante armée, leurs souffrances et celles de nos missionnaires, a été transformé et produit. Outillage admirable, énergie indomptable, élévation morale sublime constituent le trépied de ces succès incomparables.

De vastes contrées désertiques qui défiaient encore d'y faire naître la vie : steppes au sol glacé où rayonne insuffisamment le soleil, étendues sablonneuses où l'action solaire trop vive, au contraire, fait la solitude, seront elles-mêmes conquises.

La houille blanche des pôles [1] (Barjot), les eaux chaudes des mers tropicales (Claude et Boucherot), la chaleur solaire (Mouchot et *tutti quanti*...) suscitent des projets grandioses qui doivent utiliser les forces mécaniques inépuisables qu'elles recèlent. Du ciel lui-même on pense recueillir des sources de rosée (Knapen), former des nuages au-dessus du Sahara par création de trombes marines artificielles (Dessoliers) pour une pluie

---

[1] Production d'un fluide moteur en utilisant la différence existant entre la température de l'eau de la mer et la température de l'air ambiant (principe analogue à celui du procédé Claude et Boucherot).

bienfaisante, génératrice de forêts et de moissons. Plus près, Dubos expose l'utilisation industrielle des forces atmosphériques verticales des ondes d'air chaud dans les régions brûlées du désert : Soergel, le dénivellement des océans; Gandillon, la houille d'or des bassins intérieurs; Thomas, la houille verte des marées; Coupard, les tours à vent et enfin n'a-t-on pas proposé de déverser les eaux méditerranéennes dans une mer intérieure africaine (Roudaire). Ces intuitions hardies font presque toutes partie du riche patrimoine de la science française.

Nous exposerons, dans le présent article, une entreprise de moins grande envergure, mais dont l'application immédiate, dans l'attente de ces réalisations futures, rendra certainement de suite et toujours de très utiles services par les diverses et faciles applications qu'elle comporte.

M. le Contrôleur général Guinand, secrétaire général du ministère de la Guerre, au cours d'une inspection dans l'Afrique du Nord, fut frappé de la situation de plus en plus défectueuse dans laquelle se trouvent les oasis du Sud en ce qui concerne le ravitaillement en combustible. Certaines agglomérations, dévastatrices par nécessité, doivent déjà envoyer chercher à 80 km à la ronde, le bois dont elles ont besoin et le payer très cher.

A ces difficultés, ainsi qu'aux dépenses élevées qu'elles entraînent, s'ajoutent des inconvénients sérieux résultant de la nature du combustible dont on dispose, ainsi que des conditions d'utilisation de ce combustible.

Celui-ci : le « bétoum » (1), aux tiges tortueuses, ne s'allume et ne brûle que difficilement; d'autre part, dans les foyers, le tirage est rendu, la plupart du temps, très défectueux du fait que la partie supérieure des cheminées est surchauffée par le soleil.

---

(1) Pistachier-térébinthe.

Par ailleurs, malgré des ordres rigoureux, le bois vert est impitoyablement coupé, on sacrifie jusqu'aux rares arbustes que l'on découvre de loin en loin sur ce sol déshérité.

M. le secrétaire général, se souvenant de mes études sur le rayonnement solaire, de mes expériences, ainsi que des diverses publications auxquelles elles ont donné lieu (1), me confia le soin, avec l'agrément de M. le directeur du Service de Santé, de faire des essais pratiques à Colomb-Béchar. Ce choix d'une localité lointaine, aux confins algéro-marocains, était parfaitement justifié. Sans compter que le soleil, à part quelques rares jours, y luit toute l'année avec ardeur, on ne pouvait intéresser vivement à cette question, que ceux-là mêmes qui avaient un impérieux besoin de la voir résoudre au plus vite, dans une région particulièrement appauvrie en combustible et dont le centre est occupé par une garnison et par une population civile, assez importantes.

Considérations succinctes sur l'énergie thermique par le rayonnement solaire.

Il ressort des mesures effectuées par des physiciens que la quantité d'énergie (chaleur) arrivant normalement du soleil aux confins de l'atmosphère par unité de surface et par minute, quantité désignée sous le nom de « constante solaire » est approximativement de deux petites calories par centimètre carré (2).

Mais, la donnée intéressante du point de vue prati-

---

(1) *Bulletin de l'Office national des Recherches et Inventions*, de juin 1927. Appareil pour la distillation de l'eau par la radiation solaire.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences (18 juin 1928). Études du rendement des couples thermo-électriques, chauffés par la radiation solaire.

Je sais tout (août 1928). La radiation solaire.

(2) Les sources d'énergie par Ch. MAURAIN (*Bull. Offi. de la direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*, numéro de janvier 1921.)

que est la quantité de chaleur reçue au sol, une partie de la chaleur solaire qui arrive aux confins de l'atmosphère étant, en effet, absorbée ou diffusée vers l'espace par la dite atmosphère.

A noter, que la quantité de chaleur qui parvient au sol n'est véritablement appréciable ou plutôt n'est vraiment susceptible d'être utilisée que lorsque le soleil donne.

Par ailleurs, les résultats des mesures faites par temps ensoleillé présentent de sérieux écarts dus aux variations du degré de transparence de l'atmosphère aux radiations thermiques.

Le maximum obtenu est de 1,5 calories par centimètre carré et par minute; pendant de belles journées, la moyenne varie de 1 calorie à 1,3 calories (1).

Il y a d'ailleurs lieu de noter que toute la chaleur reçue au sol ne peut pas être utilisée, les appareils récepteurs cédant une partie de cette chaleur par rayonnement, ainsi que par conductibilité.

Expériences initiales.

Mes premières tentatives avaient eu lieu à Paris avec des miroirs paraboliques en aluminium au centre optique desquels (2) je plaçais tantôt une chaudière pour obtenir soit de la vapeur sous pression, soit de l'eau chaude ou de l'eau distillée, tantôt une barre de cuivre pour chauffer des couples thermo-électriques, tantôt enfin de petits creusets à métaux. Tous ces dispositifs

---

(1) « L'utilisation de la chaleur solaire, par Ch. MAURAIN (*Recherches et Inventions*, numéro de juin 1926).

(2) *Note de la rédaction.* — L'utilisation de l'énergie solaire a fait l'objet de nombreux essais antérieurs dont une partie sont exposés dans le livre de MOUCHOT : *La chaleur solaire et ses applications industrielles* (Librairie Gauthier-Villars, 2e édition 1897). Pour les essais ultérieurs, on peut consulter utilement l'article de M. Ch. Maurain : *L'utilisation de la chaleur solaire*, visé au renvoi.

se compliquaient d'un système d'orientation qui, à la suite de ces premières expériences, ne me parut pas correspondre au but immédiat et pratique proposé.

Dans une seconde série d'expériences, portant sur des caisses fermées, dont la face exposée au soleil était vitrée, et dont les autres faces, en métal, étaient calorifugées, j'avais constaté le pouvoir calorifique de ces caisses en enregistrant la température de corps placés dans celles-ci (plaques de cuivre ou eau contenue dans des récipients de nature et de formes diverses).

Pour l'eau, les températures étaient mesurées au moyen d'un thermomètre. Pour les plaques de cuivre, je me suis servi d'abord d'un thermomètre, puis, de couples thermo-électriques fixés sur des lames soudées aux dites plaques, perpendiculairement à celles-ci et sortant de la caisse chauffante.

Mode d'utilisation de la chaleur solaire. Constitution du premier appareil adopté.

A la suite des expériences relatées ci-dessus, j'ai été conduit à étudier l'utilisation du rayonnement solaire au chauffage de l'eau pour des usages ménagers, étant précisé que le problème ainsi posé consistait à porter l'eau à une température appropriée et non à emmagasiner le plus grand nombre possible de calories (1).

J'ai effectué de nombreux essais, destinés à déterminer les dispositions les plus favorables à adopter pour la constitution des récipients (nature et forme) : tubes de verre, flacons, poteries vernissées ou non et agencées de multiples façons.

Parmi les résultats que j'ai obtenus, il est intéressant de signaler ceux concernant des expériences relatives à l'emploi de deux tronçons de tubes métalliques, de

(1) Voir plus loin les considérations développées au sujet du rendement.

même diamètre (0 m 025 environ) et de même longueur, disposés à l'intérieur d'une caisse chauffante. L'un des tubes était lisse, l'autre portait des ailettes.

Les dites expérience sont eu lieu en mars et en septembre; la caisse chauffante contenant les dits tubes a été exposée au soleil à midi et demi, l'exposition a duré deux heures; la température extérieure était de 14° environ.

A la fin de l'expérience, la température de l'eau contenue dans le tube lisse était de 55°, celle de l'eau renfermée dans le tube à ailettes était de 85°.

Ce résultat met en évidence l'influence de l'étendue de la surface réceptrice, ladite surface étant, pour le tube à ailettes, nettement supérieure à celle du tube lisse.

Le tube à ailettes permet donc, à capacité égale, d'obtenir de l'eau à une température plus élevée que le tube lisse, mais son encombrement est plus grand que celui de ce dernier tube. Eu égard au but poursuivi, qui est d'obtenir de l'eau chaude pour les usages ménagers, il semble par suite préférable d'adopter des tubes lisses dont le nombre, par mètre carré de surface exposée, est sensiblement plus grand que celui des tubes à ailettes, ce qui permet d'obtenir un volume d'eau chaude beaucoup plus grand, à une température moindre il est vrai, mais néanmoins suffisante.

Finalement, j'ai adopté le modèle d'appareil décrit ci-après.

Je crois utile de préciser qu'il s'agissait alors d'établir un appareil d'expériences, destiné uniquement à permettre de se rendre compte des conditions d'exposition et de temps nécessaires pour obtenir de l'eau à la température voulue et non un appareil ménager devant servir à débiter de l'eau chaude.

Le récipient proprement dit, représenté schématiquement sur la figure 1, est constitué par une série de tubes

métalliques lisses, de même longueur, disposés parallèlement, non jointivement et assemblés à chacune de leurs extrémités sur un tube métallique qui leur est perpendiculaire.

L'eau à chauffer est versée par le tube médian.

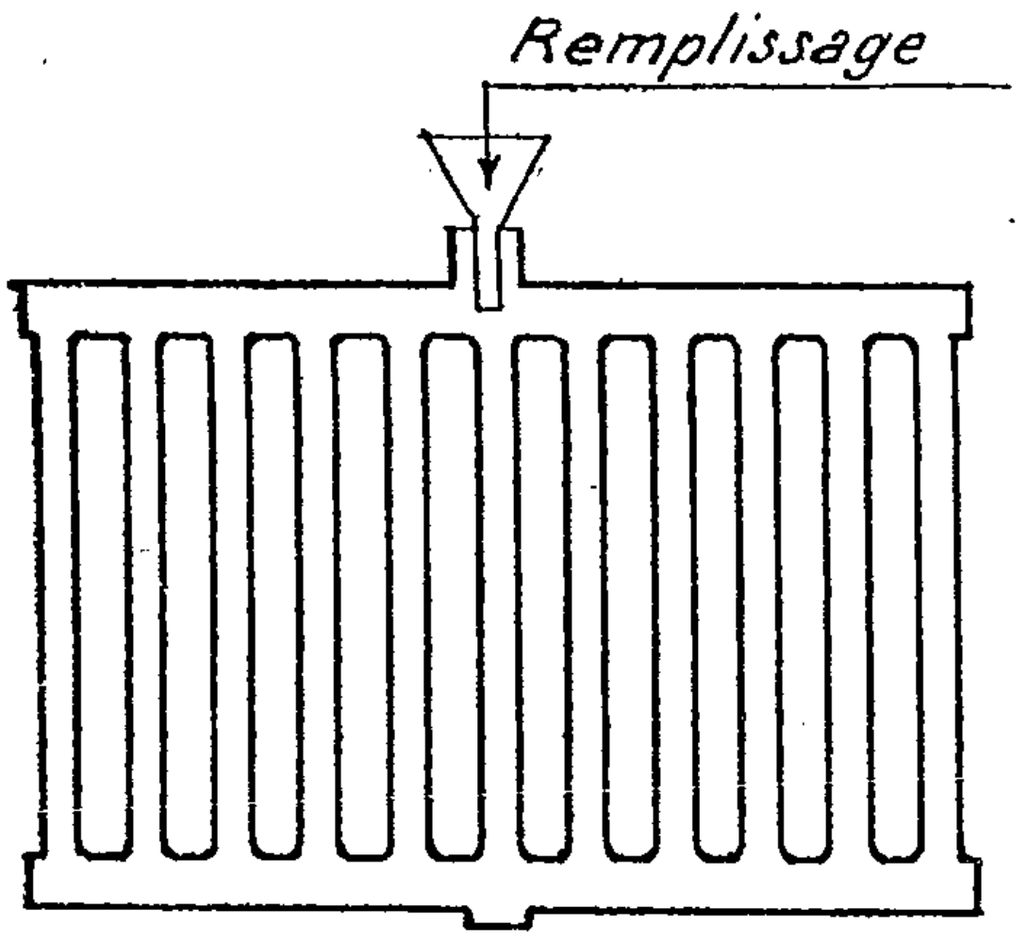


Fig. 1. — Appareil d'étude.

Le récipient précité est placé à l'intérieur d'une caissette calorifugée sauf sur une de ses grandes faces, laquelle est formée par une vitre ou par une plaque d'un corps transparent (mica, produit cellulosique, etc.) On place la caissette de manière qu'au moment de l'installation les rayons du soleil traversent à peu près normalement la face transparente; aucun changement d'orientation n'est opéré au cours de l'expérience.

Les températures atteintes sont mesurées en se servant d'un thermomètre placé dans le tube médian.

Les mesures thermométriques que j'ai effectuées dans ces conditions sont toutes comparables entre elles.

Ces mesures, ainsi que les observations diverses faites au cours des expériences, ont permis de préciser les points suivants :

1° *Il y a intérêt à employer des caisses plates*, c'est-à-

dire dont le côté perpendiculaire à la face exposée au soleil a une longueur relativement faible vis-à-vis des dimensions de ladite face. Cette constatation s'explique d'ailleurs facilement. Étant donné que l'on cherche à obtenir de l'eau chaude et que le nombre des calories emmagasinées est proportionnel à la superficie de la face exposée au soleil (ou, d'une façon plus générale, à la section droite de la surface ayant comme directrice le contour de ladite face et ses génératrices parallèles à la direction des rayons solaires), le volume d'eau à chauffer doit nécessairement être d'autant moins grand que la température à obtenir dans un temps donné est plus forte. Par suite, pour une même surface réceptrice, le résultat cherché sera d'autant plus vite atteint que l'épaisseur moyenne de la couche d'eau contenue dans les tubes (ou dans la caisse) sera plus faible.

L'utilisation de surfaces réceptrices planes, de préférence aux surfaces convexes (cylindriques ou sphériques), se justifie par le fait, que pour un même contour apparent de la surface réceptrice, les déperditions de cette dernière sont plus élevées lorsqu'elle est convexe que quand elle est plane.

2° *Les pertes par évaporation commencent à être nettement perceptibles vers 50° dans des tubes ouverts ;* elles sont presque nulles dans un appareil à circuit fermé (appareil comportant bien entendu un vase d'expansion).

3° *Le rendement*, c'est-à-dire le rapport de la quantité de calories reçue au sol à la quantité de calories effectivement utilisée, *est de beaucoup moins élevé avec les caisses plates qu'avec les caisses profondes.*

Étant donné que les caisses sont convenablement calorifugées, sauf sur la face transparente, les déperditions thermiques sont dues principalement au rayonnement se produisant par ladite face transparente; or, ces déperditions sont proportionnelles à l'étendue

de cette face, ainsi qu'à la différence de température entre l'eau du récipient et l'air extérieur.

Il en résulte que, pour une même surface réceptrice, les déperditions sont d'autant plus importantes et, par suite, le rendement d'autant plus faible, que la température de l'eau susvisée est plus élevée ou ce qui revient au même, ainsi qu'on l'a vu plus haut, que l'épaisseur de la couche d'eau est plus petite.

Des considérations ci-dessus, on déduit immédiatement qu'*un rendement élevé* est incompatible avec le but poursuivi qui est d'obtenir de l'*eau chaude*.

4° Sauf en ce qui concerne les facilités de manutention des appareils, c'est-à-dire sauf du point de vue du poids spécifique, le choix du métal employé a peu d'importance. La chaleur spécifique des métaux est, en effet, toujours très inférieure à celle de l'eau; par ailleurs, l'influence de la conductibilité calorifique du métal est à peu près négligeable en raison de l'importance des mouvements de convection qui se produisent dans l'eau.

5° Il convient de noircir les parties métalliques exposées au soleil et de polir les autres. En outre, ces dernières doivent être convenablement calorifugées, au moyen de feuilles de liège par exemple.

6° Pour une surface réceptrice totale donnée et pour des températures de l'ordre de celles que l'on cherche à obtenir pour l'eau, il est préférable d'occuper entièrement ladite surface par des caisses chauffantes plutôt que partie par de telles caisses et partie par des réflecteurs renvoyant la chaleur sur les dites caisses.

En ce qui concerne les résultats, je me contenterai de donner ceux qui ont été obtenus à Biarritz, pendant des journées de janvier, février et mars, avec un appareil d'une surface réceptrice totale (face exposée) de 0 m² 500 et d'une capacité de 6 l, construit par la maison des radiateurs Chausson.

Cet appareil incliné de 20° environ sur un plan horizontal était déplacé de temps en temps de façon à la disposer face au soleil.

M. Péridier a bien voulu se charger de relever les températures successives atteintes par l'eau.

Ces températures sont portées sur les graphiques faisant l'objet de la figure 2.

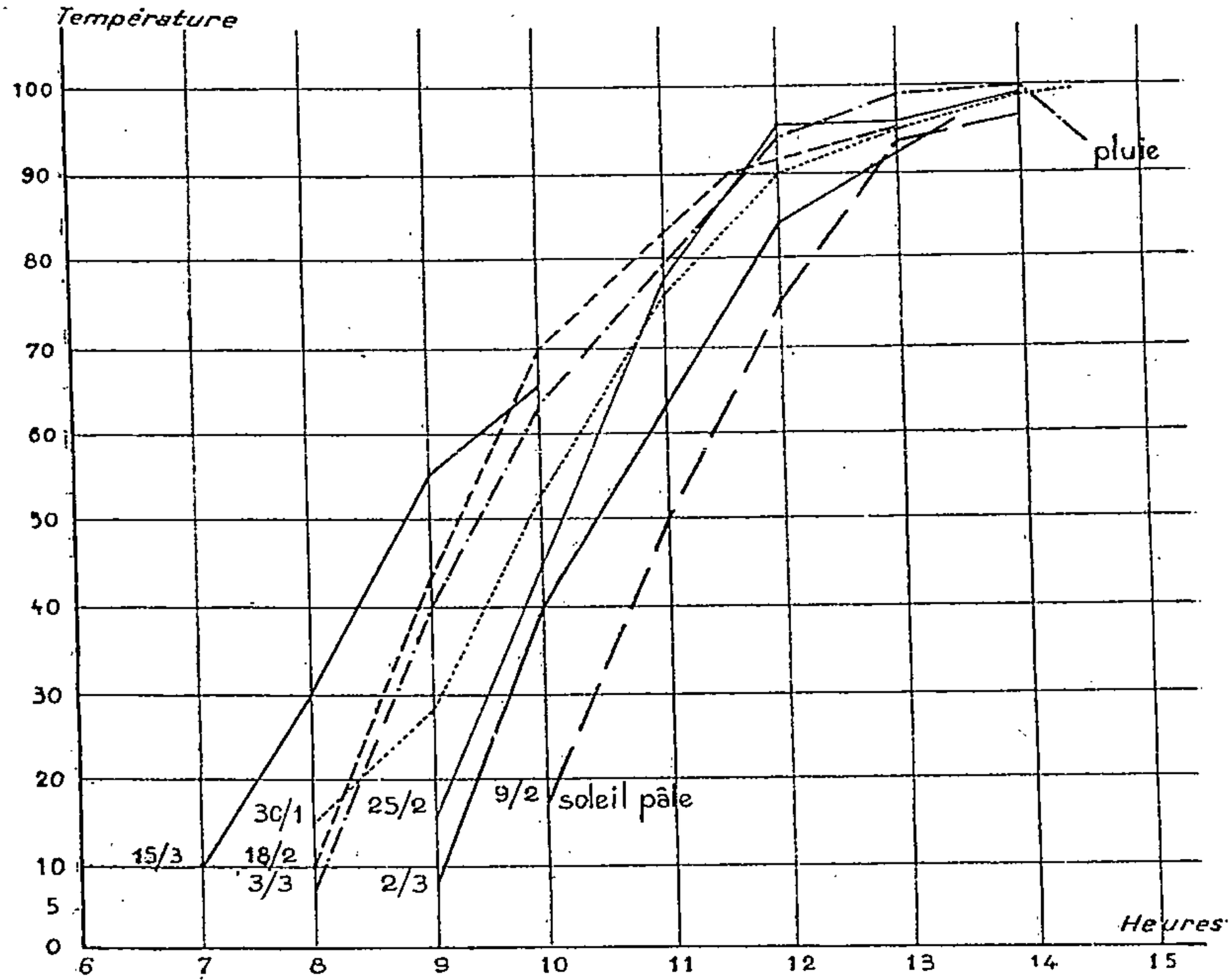


Fig. 2. — Graphique des températures successives atteintes par l'eau.

L'examen de ces graphiques permet de constater que la température de 100° a été obtenue (M. Péridier a, par ailleurs, déclaré avoir entendu le chant de l'ébullition) et que, dans les conditions de l'expérience (1), la température maximum a été atteinte entre 13 h et 14 h.

---

(1) Aucun soutirage n'était effectué.

La quantité de chaleur effectivement emmagasinée, par mètre carré de surface apparente de *tube* et par heure, correspond à celle qui est nécessaire pour porter à la température de 100°, 4 l d'eau dont la température initiale était de 10° environ.

A Paris, à la même saison, les résultats que j'ai obtenus ont correspondu seulement à 3 l d'eau à 100°.

Le ciel de Paris, avec son soleil toujours un peu voilé et ses poussières, n'est pas aussi favorable et réduit le rendement d'au moins 25 %. Je le confirmerai plus loin, mais déjà les relevés de M. Maurain, au parc Saint-Maur et de M. Ginestous, à Tunis, font apparaître des différences, d'une façon plus accusée encore, en faveur des régions du Sud. Les résultats susvisés témoignent incontestablement du grand intérêt pratique de l'utilisation de la radiation thermique solaire sous nos climats méditerranéens.

Appareil ménager.

Les résultats considérés ayant établi nettement la possibilité d'utiliser le rayonnement solaire pour obtenir de l'eau chaude, j'ai étudié un modèle d'appareil ménager.

Cet appareil est représenté schématiquement sur la figure 3.

Il diffère du précédent par la substitution d'une *caisse métallique plate* au *jeu de tubes.*

Les appareils, construits par la maison Chalot, sont de deux modèles, savoir :

1° Appareil dit *portatif*, d'une contenance de 4 l, mesurant 0 m 51 × 0 m 39 × 0 m 11, poids 14 kg (photo 1);

2° Appareil *sur roues*, d'une contenance de 8 l, mesurant 0 m 78 × 0 m 51 × 0 m 11, poids 29 kg (photo 2).

L'appareil étant disposé ainsi qu'il est indiqué plus

loin, on verse, au moyen d'un entonnoir, l'eau froide par le tube d'entrée jusqu'à ce qu'il y ait écoulement par le tube de sortie.

L'eau s'échauffe graduellement; en raison de sa den-

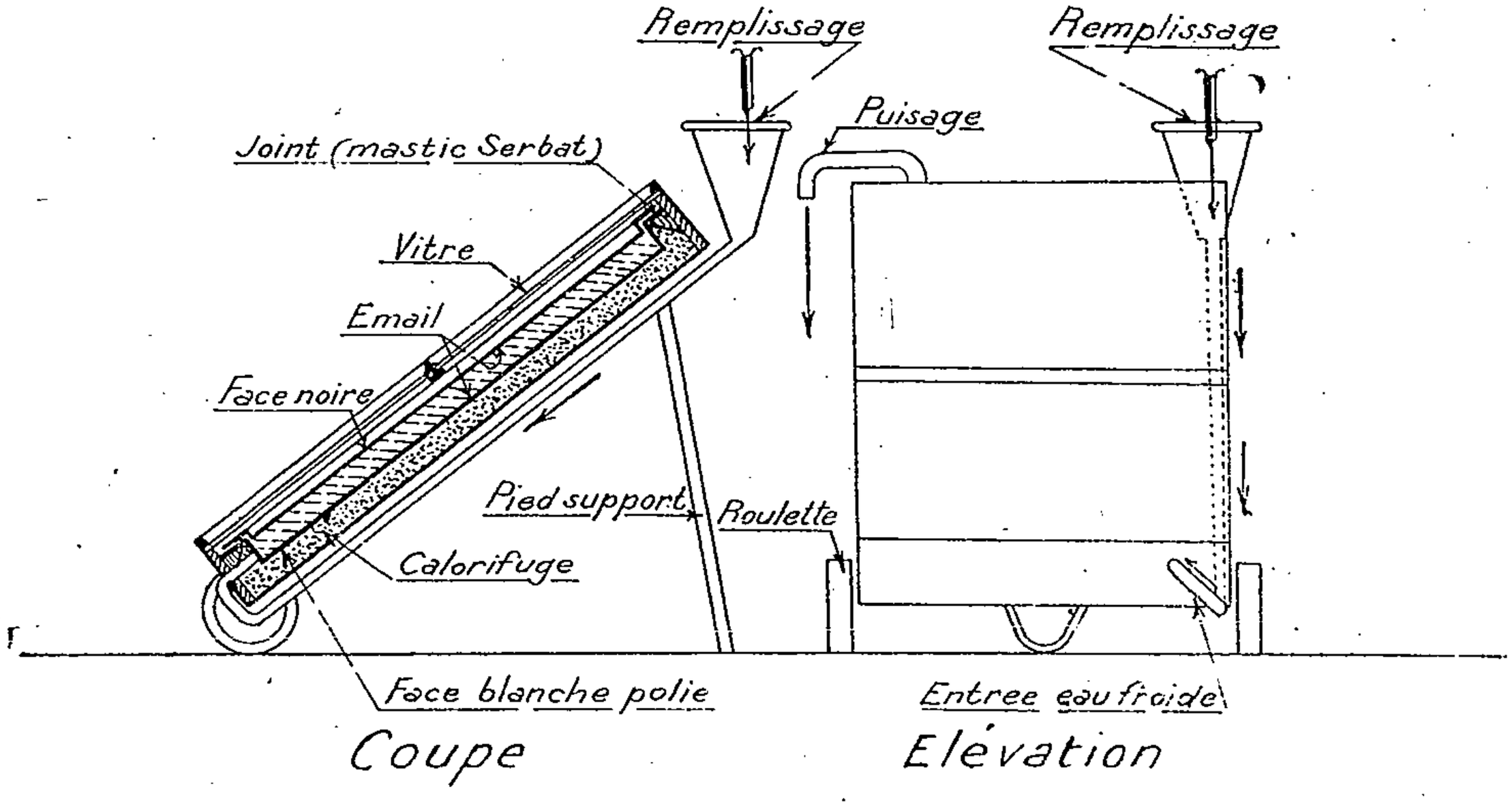


Fig. 3.

sité moindre, l'eau chaude se rassemble à la partie supérieure.

Pour faire écouler ladite eau chaude, on verse de l'eau froide par le tube d'entrée, l'eau froide, qui arrive au bas de l'appareil, déplace un volume d'eau chaude égal au sien.

Mission effectuée en mars 1930.

Au cours d'une première mission effectuée à Colomb-Béchar, en mars 1930, j'ai cherché à déterminer, outre le rendement, la convenance d'adopter des appareils orientables ou non, ainsi que les conditions les plus favorables concernant la disposition, la direction, l'incli-

naison sur l'horizon, le rapport le plus favorable entre la surface exposée et la capacité, le mode de construction, l'interchangeabilité.

J'ai procédé également à l'étude du débit horaire et journalier pour des températures de 40°, 65° et 90° correspondant aux besoins les plus usuels. Il convient de noter, toutefois, que l'on obtient de l'eau bouillante et qu'avec des saumures, l'eau a pu être portée à une température de 112°. Cette température pourrait d'ailleurs être dépassée à la condition d'ajouter à l'eau des produits appropriés.

Les appareils ainsi expérimentés sont représentés sur la photographie donnée par la photo 3.

En partant de la gauche et en se dirigeant vers la droite, les appareils rencontrés successivement sont les suivants :

1° Appareil d'essai ayant servi aux expériences de Biarritz;

2° Appareil parabolique muni d'un système d'orientation;

3° Appareil ménager d'une contenance de 4 l, avec face transparente en verre de vitre ordinaire de 2 mm d'épaisseur;

4° Appareil ne différent du précédent que par la substitution d'une feuille de verre armé, à la vitre ordinaire;

5° Appareil ménager d'une contenance de 8 l, avec face transparente en verre ordinaire;

6° Appareil identique au précédent sauf en ce qui concerne la face transparente qui est en verre « lenticulé »;

7° Appareil de distillation d'eau (1).

Les deux appareils ménagers, d'une contenance de

(1) *Note de la rédaction.* — L'appareil se compose essentiellement d'une petite cuve étanche couverte par une vitre légèrement inclinée sur le plan horizontal. Sous le bord inférieur de la vitre et à l'intérieur de la

8 l (5° et 6°), ont été accouplés et reliés à un réservoir calorifugé, à l'effet d'étudier la possibilité de disposer les appareils en parallèle pour obtenir la production d'une grande quantité d'eau chaude dans une maison ou dans un établissement hospitalier.

Les résultats obtenus ont conduit à adopter les appareils *fixes*, c'est-à-dire placés une fois pour toutes de telle sorte que leur axe longitudinal soit disposé dans un plan vertical, orienté sensiblement nord-sud, l'inclinaison de cet axe sur l'horizon étant de 20° environ, plutôt que les appareils *orientés*, c'est-à-dire déplacés de temps en temps de manière qu'ils soient toujours disposés sensiblement face au soleil.

L'orientation *fixe* présente évidemment l'inconvénient de diminuer le rendement, tel qu'il a été défini plus haut, mais elle offre, par contre, l'avantage d'une grande simplicité d'installation et n'exige aucune manœuvre des appareils tout en permettant d'obtenir des résultats suffisamment satisfaisants.

A noter, incidemment, que pour donner le rendement maximum, les appareils *orientés* doivent être déplacés non seulement autour d'un axe vertical, mais encore d'un axe horizontal.

Au point de vue du rendement, la vitre simple doit être préférée au verre armé.

L'utilisation du verre « lentillé » ne présente pas d'intérêt.

Les résultats, relatifs aux quantités d'eau chaude débitées respectivement aux températures de 40°, 65° et 90° sont traduites par le graphique de la figure 4.

Le mode d'opérer était le suivant : un thermomètre

---

cuve est disposée une petite gouttière en bois munie d'un ajutage de sortie.

Sous l'action de la chaleur solaire, l'eau placée dans la cuve se vaporise; la vapeur ainsi produite vient se condenser en gouttelettes sur la face inférieure de la vitre. Ces gouttelettes glissent sur la vitre et viennent se rassembler dans la gouttière.

était disposé dans le tube d'entrée de l'eau froide et un autre près de l'orifice de sortie de l'eau chaude. Lorsque le premier thermomètre marquait une température T supérieure d'une dizaine de degrés à celle t que je m'étais fixée comme température minimum pour l'eau chaude, je versais de l'eau froide dans l'appareil jusqu'à ce que l'eau chaude coulant par l'ajutage de sortie

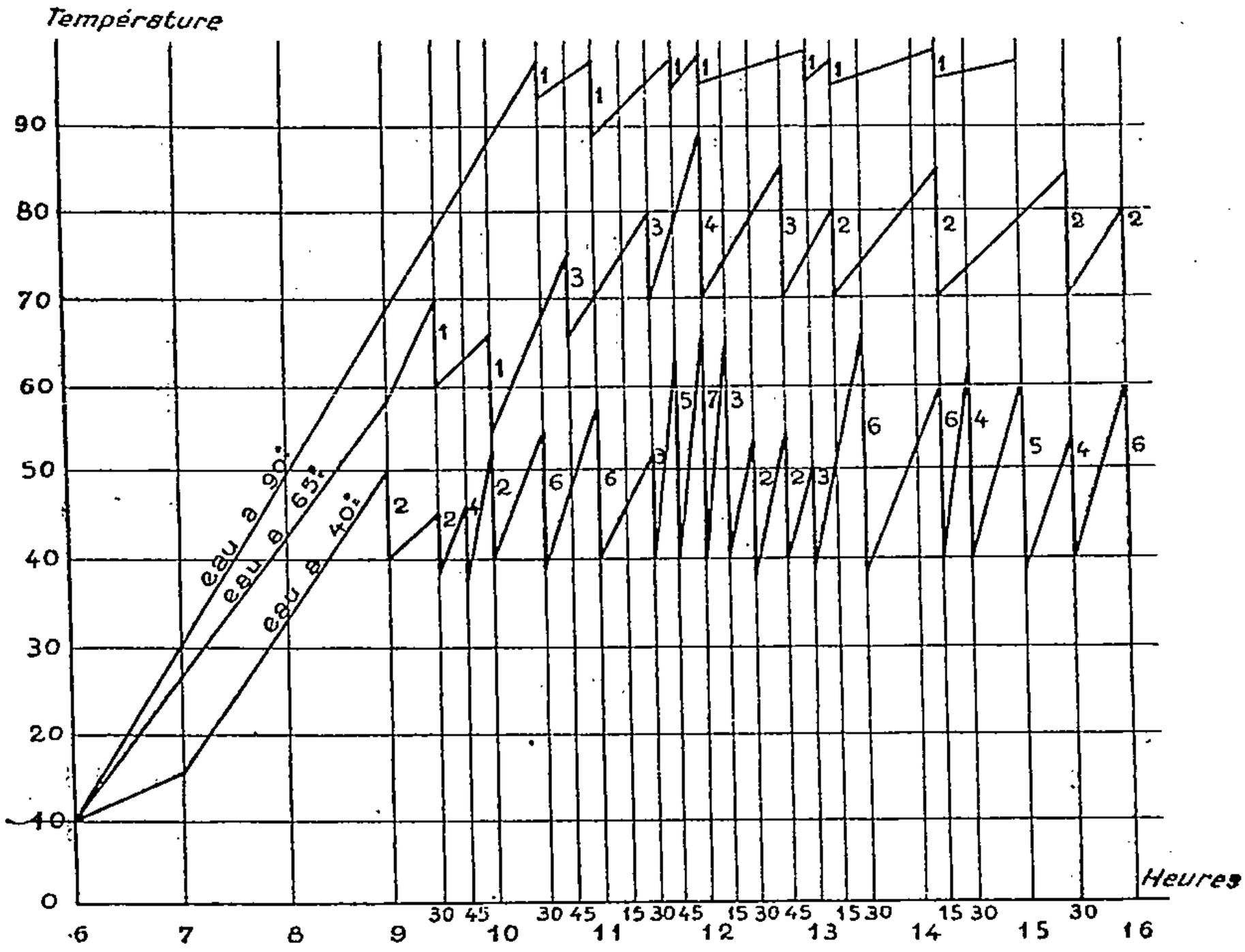


Fig. 4. — Graphique des quantités d'eau débitées.

soit à la température t. A ce moment, je cessais de verser de l'eau froide, puis j'attendais que la température de l'eau contenue dans l'appareil (température mesurée au moyen du thermomètre disposé dans l'ajutage d'entrée) soit remontée à la température T. Je procédais alors à un nouveau puisage d'eau chaude et ainsi de suite.

Sur le graphique considéré, les chiffres portés à hau-

teur des parties parallèles à l'axe des températures concernent les quantités d'eau puisées, exprimées en litres.

En ce qui concerne l'influence de la capacité, les essais ont été effectués d'une part avec l'appareil qui avait été utilisé à Biarritz, lequel correspond à une contenance de 12 l par mètre carré de surface réceptrice et d'autre part avec un des nouveaux appareils, pour ceux-ci la contenance est de 24 l par mètre carré de surface réceptrice.

Les résultats obtenus sont portés sur les graphiques de la figure 5.

De l'examen de ces graphiques il ressort — ainsi d'ailleurs que cela était à prévoir, — qu'avec l'appareil d'une contenance de 24 l par mètre carré, la température obtenue a été moins élevée qu'avec l'appareil de 12 l par mètre carré.

Par contre, l'accumulation de calories a été presque double avec le premier appareil qu'avec le second.

Mission effectuée en mai 1931.

Devant l'importance des résultats obtenus, je reçus l'ordre de faire construire un certain nombre de cellules chauffantes solaires.

En mai 1931, je fus envoyé pour procéder à une installation complète sur l'appentis d'un bâtiment de l'hôpital militaire de Colomb-Béchar afin d'alimenter en eau chaude les salles de bains et de douches. Le fonctionnement de l'installation réalisée pour le chauffage de l'eau était, en effet, tellement défectueux que le plus souvent l'eau chaude devait être apportée de la cuisine.

A la vérité, l'orientation nord-est—sud-ouest du bâtiment (photo 4) n'était pas très favorable, mais je n'avais pas la possibilité de choisir une meilleure orientation.

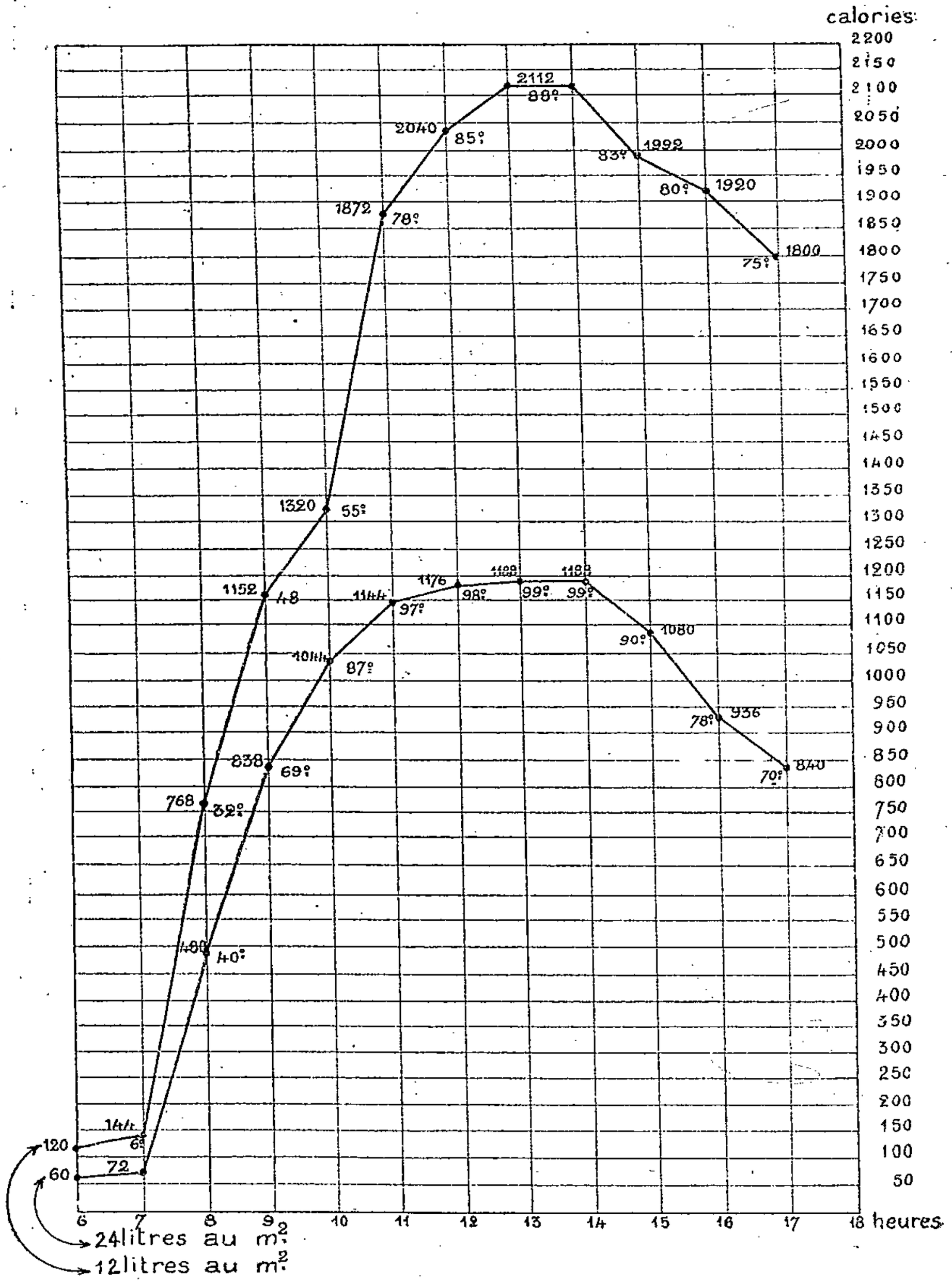


Fig. 5. — Graphique des quantités de chaleurs obtenues par deux appareils de capacités différentes.

Malgré les difficultés inhérentes à une première installation ainsi qu'à l'utilisation d'une main-d'œuvre de fortune non exercée à ce genre de travaux, on peut dire néanmoins que l'agencement, l'adaptation et la mise en place des appareils furent relativement faciles.

La photo 5 donne une idée générale de la disposition adoptée.

Les pierres qui sont visibles sur les tuiles et mises pour les maintenir contre les coups de siroco sont avantageusement remplacées par mes châssis qui, toutefois auraient été encore plus facilement montés sur une toiture en terrasse.

Le schéma partiel de l'installation fait l'objet de la planche II.

Les caisses chauffantes, chacune d'une contenance de 8 l, sont au nombre de dix-huit. L'ensemble offre une surface réceptrice de 7 m² 2 et une contenance de 144 l.

Les ajutages d'entrée (r_{18} à r_{35}) sont branchés sur la canalisation d'amenée, laquelle est alimentée par un réservoir F avec robinet à flotteur. Ce réservoir est lui-même desservi par une bâche d'eau froide B. La charge dans la canalisation d'amenée est de 1 m d'eau environ.

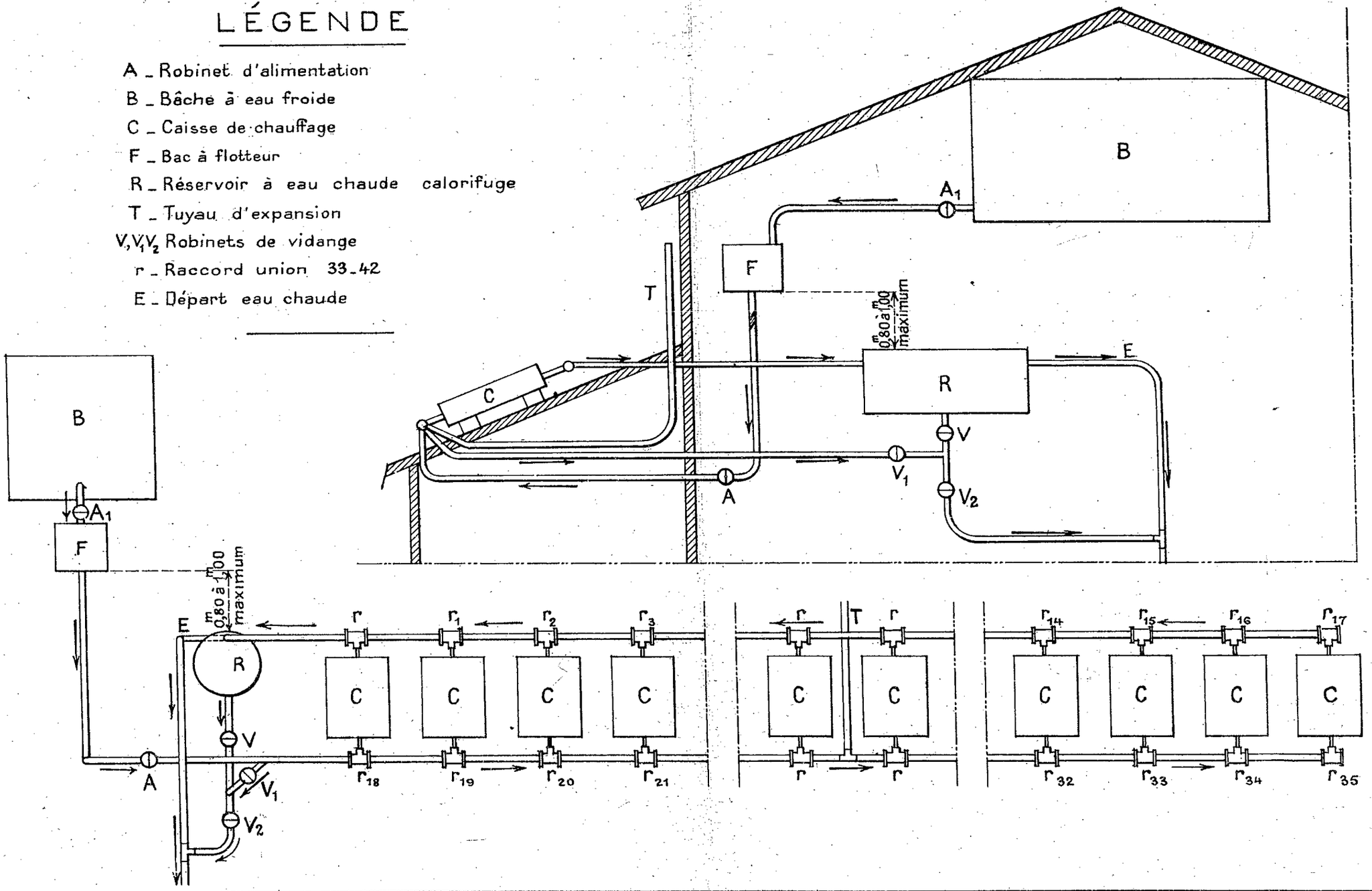
Les ajutages de sortie (r à r_{17}) sont reliés à la conduite d'eau chaude. Cette dernière est interrompue par un ballon calorifugé R, d'une contenance d'une centaine de litres, destiné à constituer une réserve d'eau chaude en dehors des heures d'insolation et notamment pendant la nuit. La canalisation d'eau se prolonge ensuite jusqu'aux robinets ou pommes de puisage.

A l'intérieur du bâtiment, une canalisation, disposée parallèlement à la canalisation d'eau chaude, assure l'alimentation en eau froide.

Si l'on ouvre un quelconque des robinets d'eau chaude, l'ensemble de la batterie de chauffage alimente

LÉGENDE

A _ Robinet d'alimentation
B _ Bâche à eau froide
C _ Caisse de chauffage
F _ Bac à flotteur
R _ Réservoir à eau chaude calorifuge
T _ Tuyau d'expansion
V, V_1 V_2 Robinets de vidange
r _ Raccord union 33-42
E _ Départ eau chaude



le robinet ainsi ouvert; automatiquement le réservoir à flotteur fonctionne pour laisser écouler dans les appareils une quantité d'eau froide égale à la quantité d'eau chaude qui a été puisée. Dans le cas de nuits froides et par crainte de la gelée, on vidange l'installation en tournant les robinets V prévus à cet effet. Un vase d'expansion, non représenté sur la planche et disposé à l'extrémité supérieure du tube T, évite toute surpression.

Je noterai, incidemment, que les caisses chauffantes peuvent également être utilisées pour réaliser un circuit fermé de chauffage.

En pays de montagne, où le climat est froid, mais où le ciel est souvent limpide et possède une grande puissance de rayonnement, l'emploi d'une saumure appropriée permettrait d'éviter la congélation du fluide du circuit.

L'utilisation d'un circuit fermé, pour le chauffage de l'eau (serpentin), doit également être envisagée dans le cas où cette eau serait trop chargée de sels et risquerait ainsi d'entartrer rapidement les caisses chauffantes.

Le capitaine du génie Fiévet, qui avait procédé, avec l'aide de l'adjudant Raclet, au montage et à l'arrimage des divers organes de l'installation, relatait en ces termes les premiers essais : « J'ai l'honneur de vous rendre compte de la mise en place des appareils à eau chaude par action solaire à l'hôpital militaire de Colomb-Béchar. L'installation a été faite selon les plans fournis par la maison Chalot et en présence et suivant les directives de M. le médecin colonel Pasteur. Quelques modifications de détail ont été prises après un premier essai. Il ne reste plus actuellement qu'à assujettir ou fixer différents éléments de l'installation. Quelques premières expériences d'utilisation ont donné des résultats concluants. Le 16 mai, une exposition de 14 à 16 h, soit à

un moment peu favorable et l'installation n'étant pas complètement terminée, a permis d'obtenir quatre bains, environ 600 l d'eau à 40°. Un essai, fait dans la matinée du même jour dans des conditions atmosphériques mauvaises et le calorifugeage étant encore mal assuré, avait donné deux bains en une heure. Le 18 mai, entre 7 et 10 h, dans des conditions à peu près normales, on a obtenu 250 l d'eau à 70°. Tout porte à croire que ces résultats initiaux seront largement dépassés. Signé : Fiévet. »

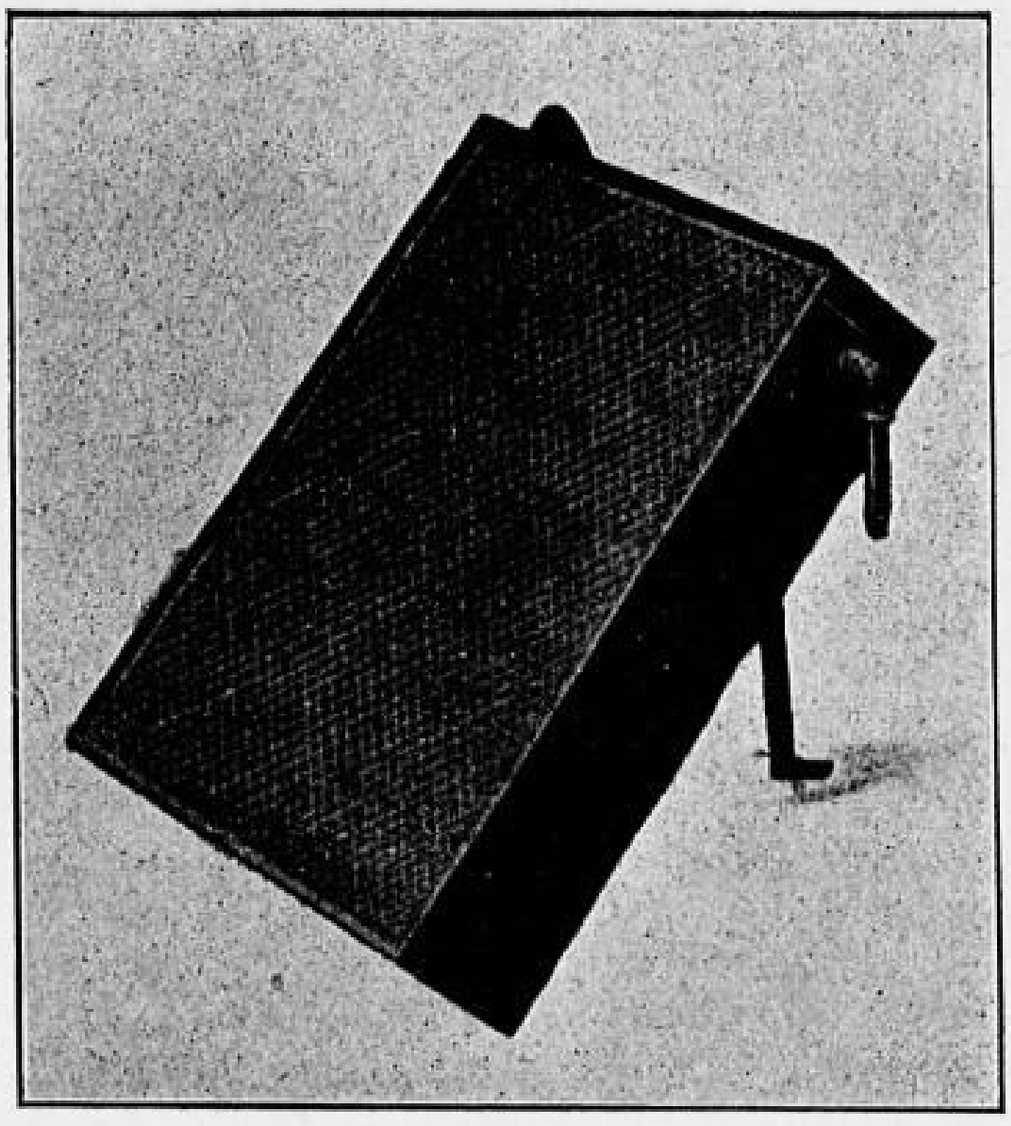
Dans l'une des trois salles de bains de l'hôpital, on a ensuite disposé trois pommes d'aspersion, à commande individuelle, pour éviter tout gaspillage. Un robinet pour l'eau froide et un pour l'eau chaude permettent de régler à volonté la température de l'eau.

Grâce à l'installation ainsi réalisée on peut prévoir d'une façon à peu près certaine et constante, sauf sans doute pendant les rares heures où le soleil ne paraît pas (nuages, siroco avec trombes de sable, averses...) la possibilité de fournir l'eau chaude nécessaire à environ quinze bains moyens quotidiens ou à 150 à 200 douches, en admettant les consommations suivantes :

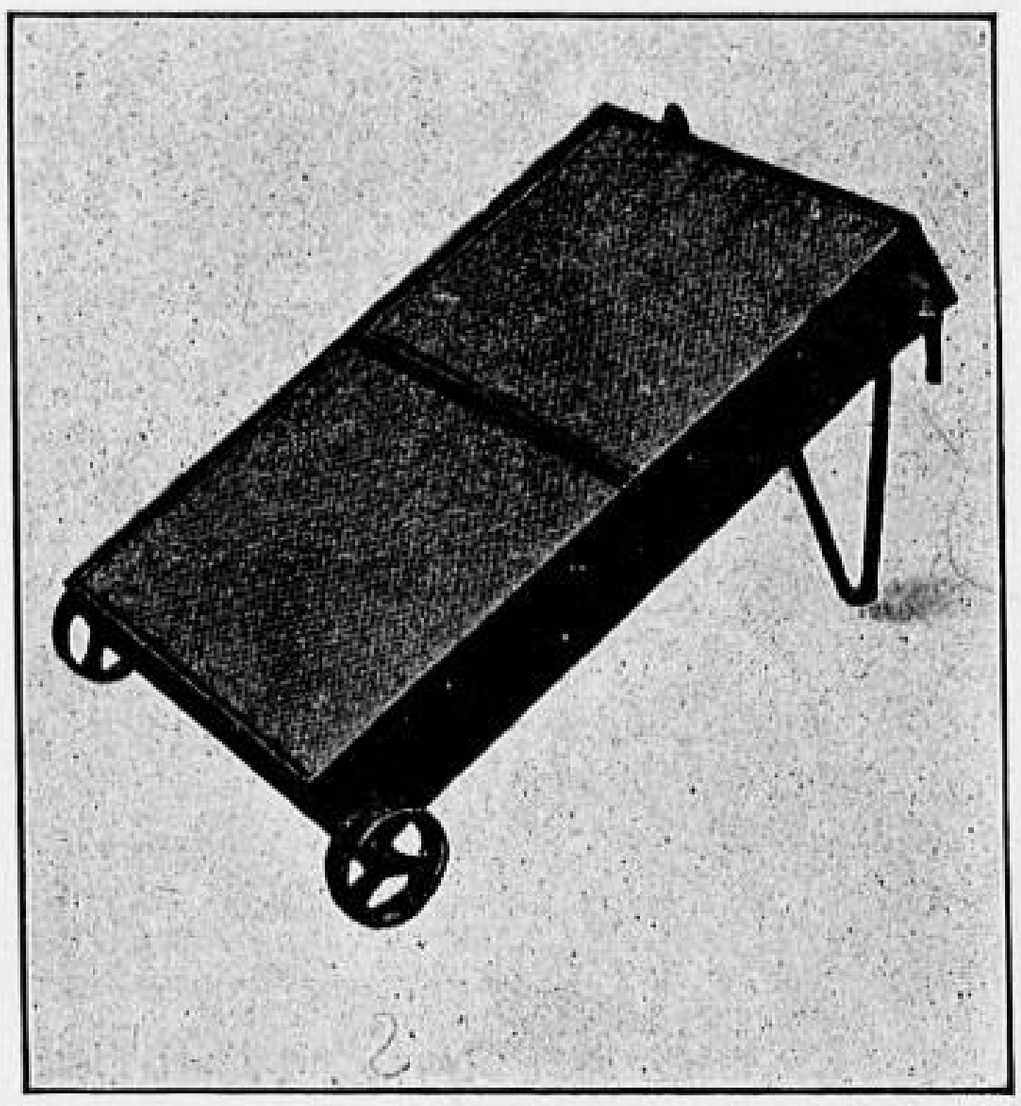
bains de 150 à 200 l;
douches 15 l (au maximum).

Les officiers, qui, l'année dernière, suivaient avec une grande curiosité les nombreuses expériences que j'effectuais avec mes divers modèles d'appareils solaires, ont marqué récemment de l'enthousiasme pour une cause à laquelle ils ont été acquis beaucoup plus par mes démonstrations et réalisations que par toutes les explications techniques que je leur avais prodiguées dans les premières séances.

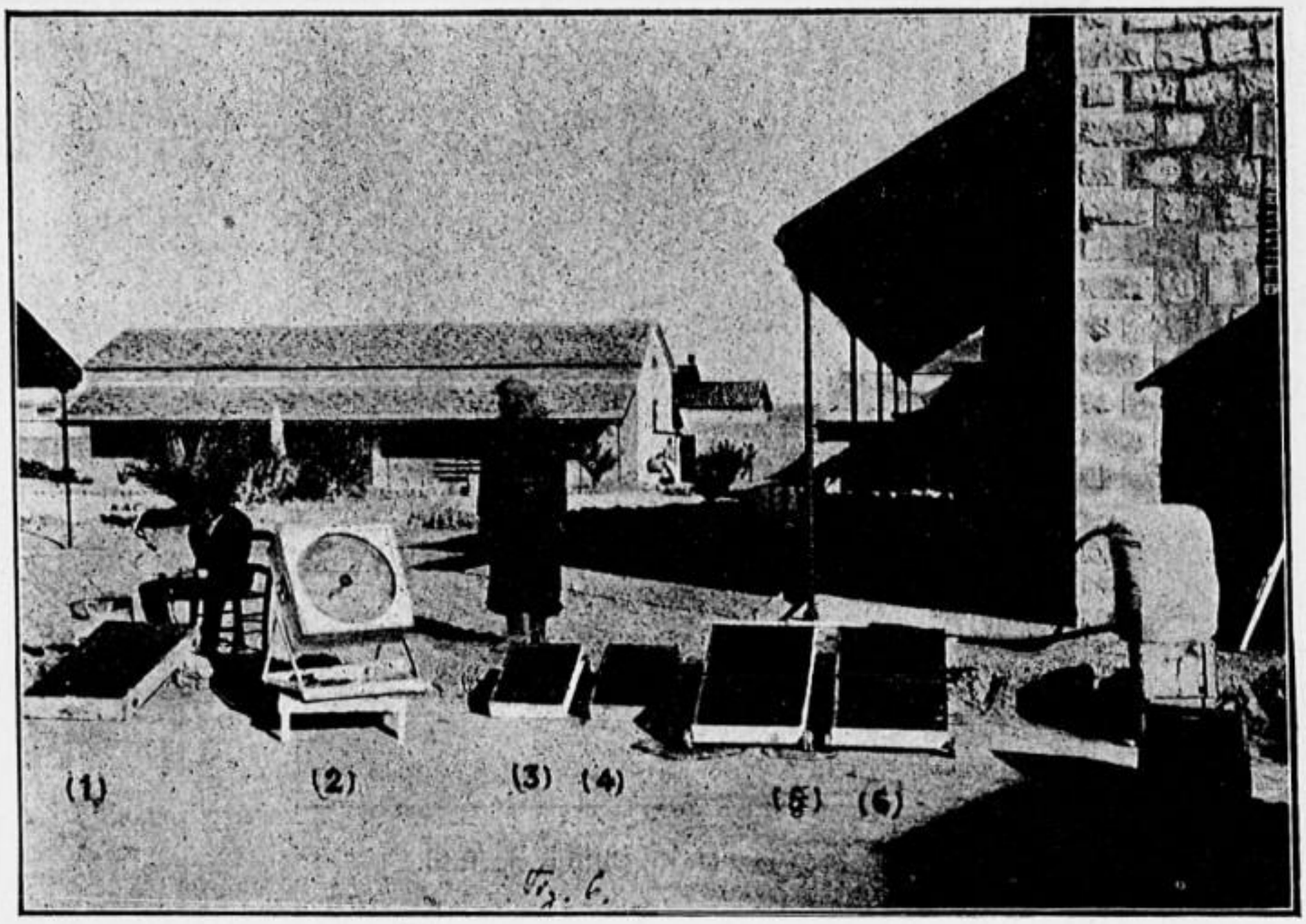
Depuis, sur mes indications, le médecin commandant Céard, médecin-chef de l'hôpital, a fait utiliser l'eau chaude provenant de l'installation, pour la confection



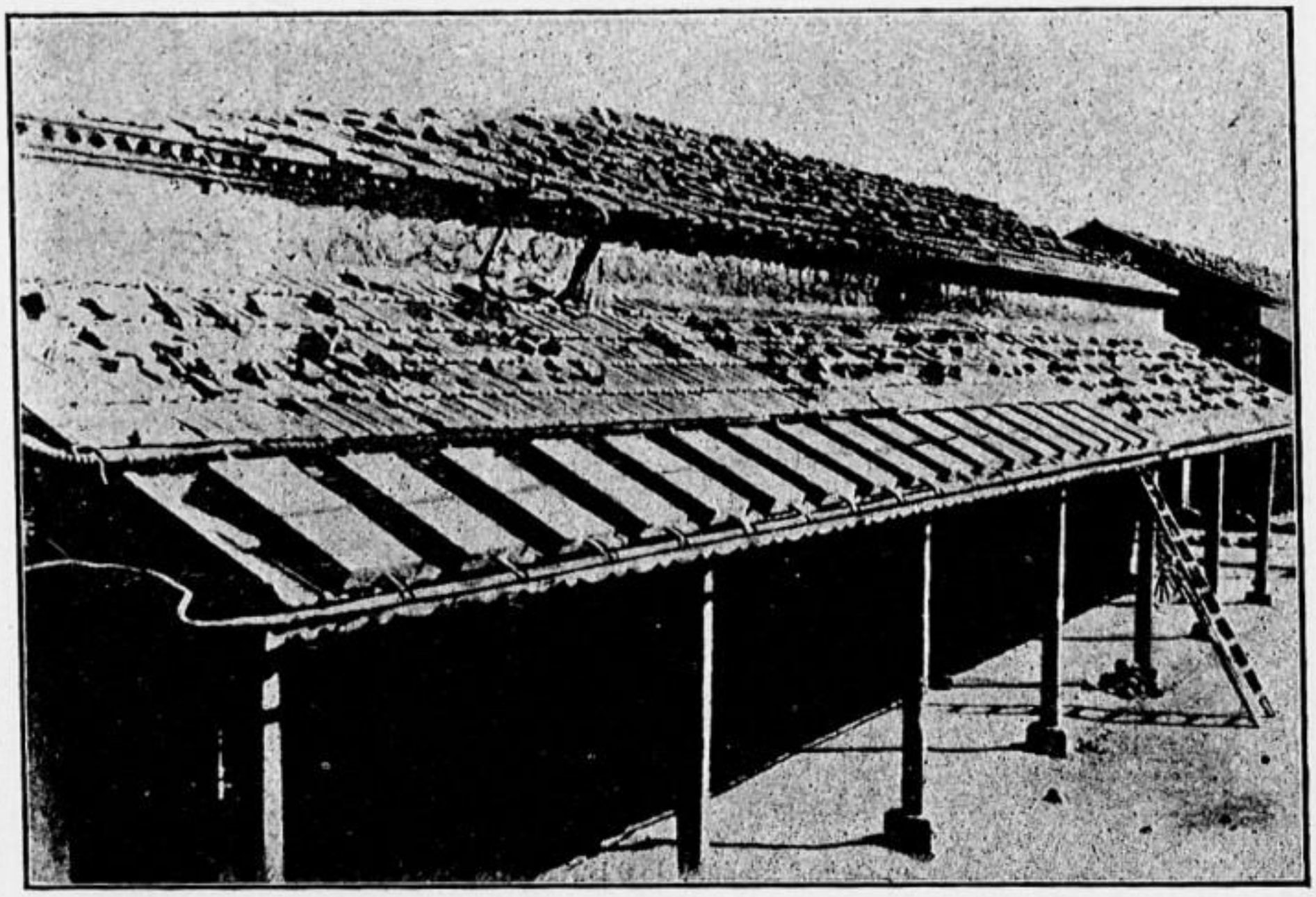
1. Petit modèle de 4 litres, portatif.



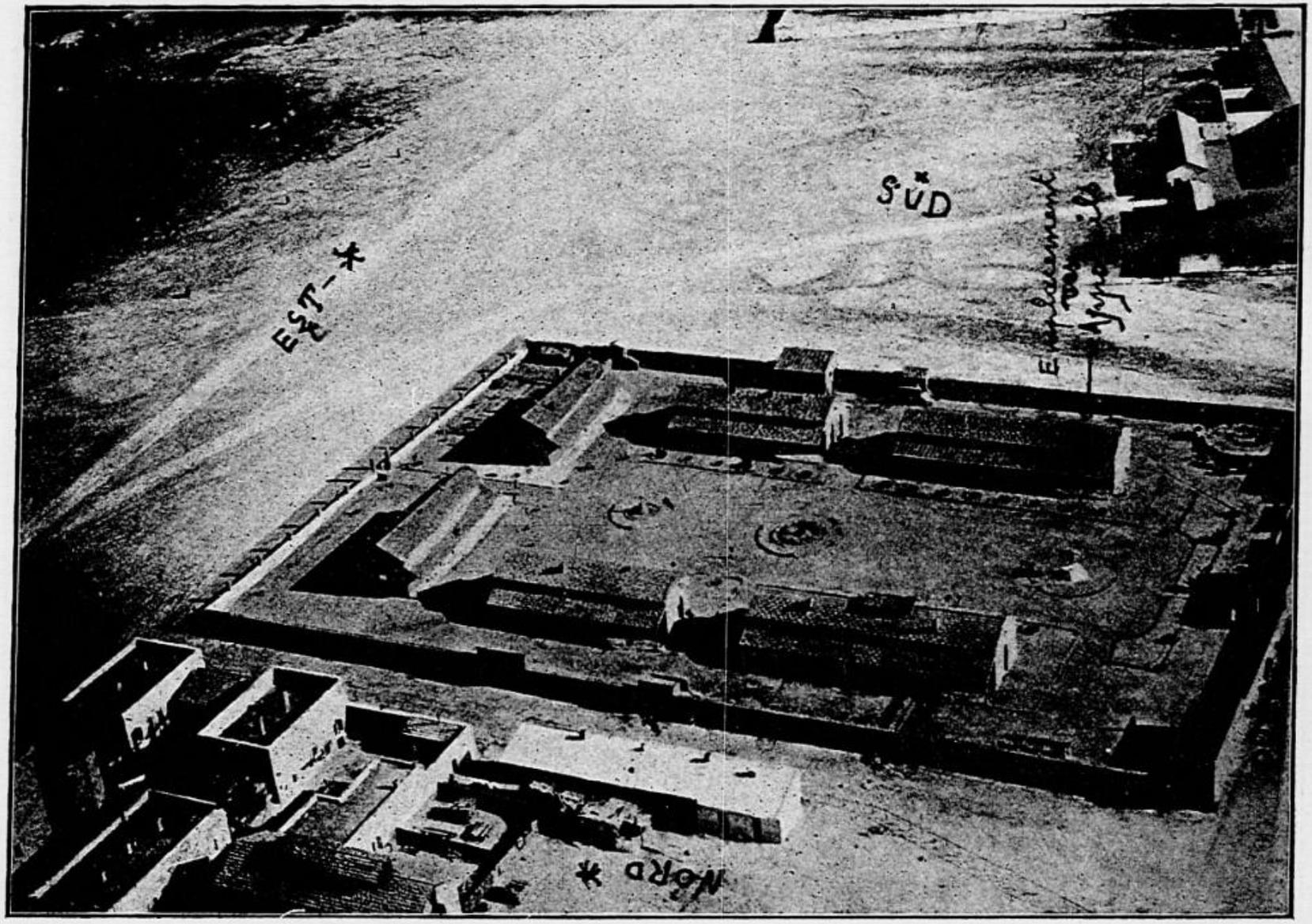
2. Grand modèle de 8 litres sur roues.



3. Appareils utilisés à Colomb-Béchar



5. Disposition des caisses chauffantes à l'hôpital de Colomb-Béchar



4. Vue d'ensemble de l'installation d'alimentation des bains-douches à Colomb-Béchar.

du café, dont l'infusion est parfaite, et surtout pour le blanchissage du linge.

Comparé au procédé par bouillage, qui est long et onéreux, le nouveau mode de lavage s'est même montré supérieur par la blancheur du linge, la commodité de l'exécution et la rapidité du travail. Le tissu est moins altéré et les taches des liquides organiques n'apparaissent pas et ne se fixent pas comme il arrive quand elles sont soumises à une température trop élevée qui provoque la coagulation. L'asepsie, bien qu'assurée, pourrait être rendue plus effective dans des cas spéciaux, afin de répondre d'avance à toute objection, par le rinçage à l'eau javellisée et par le séchage aux rayons solaires.

Les appareils individuels ménagers que nous avons laissés sont utilisés pour les besoins courants à la pharmacie et à l'infirmerie vétérinaire et donnent satisfaction aux intéressés. Aussi, sur la demande de M. le lieutenant-colonel vétérinaire Fyot qui, en tournée d'inspection, avait apprécié leur utilité pour le lavage et divers soins à donner aux chevaux, quelques appareils ont été envoyés à d'autres infirmeries vétérinaires d'Algérie en vue de confirmer les résultats déjà obtenus, d'aboutir s'il y a lieu à leur adoption définitive et de rendre l'emploi desdits appareils réglementaire dans l'armée.

Il est presque superflu d'énumérer les avantages de mon procédé. Je démontrerai plus tard, ce que je n'ai laissé que soupçonner, toute l'extension qu'il prendra si on l'applique à de multiples autres usages. Si l'on tient compte seulement de ce que je viens d'en dire, son adoption s'impose comme condition absolue du reboisement de tout le Nord africain. A ce titre, qui suffirait à le justifier, s'ajoute une autre raison moins favorable du point de vue économique.

Le prix d'un bain simple, dans les hôpitaux militaires, est de 2f 75; or, l'installation réalisée permet d'ob-

tenir de 10 à 15 bains par jour, sans le moindre frais de combustible.

Par ailleurs, à Colomb-Béchar, où le quintal de bois coûte de 15 fr (en gros) à 23 fr (au détail) et où ledit combustible est de qualité médiocre, le prix de revient d'un bain varie de 3 à 5 francs.

Il semble intéressant de compléter les renseignements ci-dessus par l'indication du prix de revient d'un bain à Paris, suivant le mode de chauffage employé :

Mode de chauffage		Prix de revient approximatif
Gaz		1 fr 65
Électricité. Tarif de	jour	de 8 à 10 fr
	nuit	2 fr 50
Charbon		2 fr 80

La gratuité de l'eau chaude solaire n'est peut-être pas le plus grand avantage de mon procédé. Celui-ci est surtout commode, simple, propre, hygiénique. On sait d'autre part le temps qu'exigent et toutes les sujétions qu'entraînent au point de vue du personnel la préparation du bois, son transport au chantier, la constitution ainsi que la garde des approvisionnements, l'allumage et l'entretien des feux.

Ce sont les raisons que m'a fait valoir avec insistance l'officier d'administration gestionnaire de l'hôpital de Sidi-Bel-Abbès quand je m'excusais, pour ainsi dire, de parler de soleil alors que tombait une pluie diluvienne le jour de ma visite. Cet officier ajoutait que rien n'empêcherait d'avoir un foyer de secours et que l'emploi des appareils solaires resterait indiqué même si ceux-ci ne devaient fonctionner que neuf mois sur les douze mois de l'année.

Appareils ménagers.

Pour les besoins d'un ménage, trois à quatre élé-

ments, suivant la latitude et les conditions atmosphériques locales, suffiraient. Les éléments étant identiques et pouvant sans aucune difficulté être disposés en parallèle, il serait toujours possible d'en accroître le nombre si les nécessités viennent à l'exiger.

Améliorations de détails.

Je dois à la vérité de relater un incident qui a provoqué un perfectionnement important de mon type d'appareil. Pendant mon séjour à Colomb-Béchar, deux appareils ont eu leur réservoir fissuré. L'étamage avait-il fondu au niveau des soudures, le métal avait-il été corrodé par les eaux salées et magnésiennes, ou bien la collerette de raccordement avait-elle cédé en laissant appuyer trop fortement, malgré nos recommandations, les caisses sur les tubes; ou enfin s'était-il produit une distorsion due à des efforts provenant de la dilatation des éléments? La cause de cette fissuration ne put être déterminée.

Quoi qu'il en soit, M. le secrétaire général Guinand prescrivit à la Section technique du génie de procéder, d'accord avec moi, à la mise au point des appareils.

Le constructeur fit établir sur mes indications un nouveau modèle d'appareil dans lequel le réservoir est fabriqué avec une tôle plus épaisse, renforcée par de robustes collerettes d'adaptation, au niveau des ajutages.

D'autre part, en ce qui concerne le revêtement intérieur de protection du réservoir, M. l'ingénieur Gigot préféra, aux laques naturelles ou synthétiques que je proposais, l'émaillage au verre effectué à une température de 800°. L'émail dont il s'agit est susceptible de résister à un choc assez sérieux, de ne subir aucune érosion sous l'action soit des acides (sauf l'acide fluorhy-

drique), soit des alcalis, soit de tout autre liquide dont je prévois l'emploi plus tard.

Ces améliorations furent agréées, après examen attentif et épreuves par le capitaine Holive, de la Section technique du génie et par moi qui avions été désignés à cet effet.

De plus, nous avons constaté, à l'usine de Vaujours où le nouveau modèle d'apparcil nous fut présenté, que celui-ci avait un rendement calorifique supérieur à celui des appareils du modèle ancien qui étaient exposés au soleil, en même temps et côte à côte.

Le type d'appareil ainsi mis au point offre, en outre, toutes les garanties requises pour une bonne conservation.

Son poids n'est pas sensiblement supérieur à celui de l'ancien : la majoration est à peine de 1 gr par centimètre carré de surface d'appui, l'appareil étant en charge.

Aucun dérangement ne peut se produire puisque l'appareil fonctionne automatiquement par le mécanisme le plus simple, sans usure et sans autre entretien que de temps en temps un essuyage ou époussetage rapide des vitres. Suivant les cas, celles-ci seront en verre ordinaire (une feuille unique ou deux séparées par un léger intervalle) ou en verre armé bien transparent.

CONCLUSIONS

Mes conclusions, fondées sur des expériences précises et pratiques, ne diffèrent pas de celles que j'étais en droit de formuler d'après les résultats obtenus sous notre ciel de France.

La quantité de chaleur emmagasinée dépend évidemment de la durée de l'insolation, de la hauteur et de l'inclinaison du soleil au-dessus de l'horizon, mais elle est fonction aussi, et d'une façon très sensible, de la pureté

de l'atmosphère, pureté que peuvent atténuer dans une grande proportion la brume, l'humidité et la poussière : à Paris, par exemple, la réduction est presque en tout temps d'environ 25 %. Après la pluie ou en période hivernale, quand l'atmosphère est très limpide et malgré une température extérieure basse, qui entraîne une déperdition de calories, ou encore dans les pays de montagne à atmosphère pure, l'eau chauffe parfois plus rapidement que par le soleil nébuleux d'été. Les maxima de température ont lieu généralement entre 11 et 14 h.

Bien que les expériences aient été effectuées à une époque où les conditions météorologiques étaient relativement peu favorables (période de l'année pendant laquelle le rayonnement solaire est modéré), j'ai obtenu, en moyenne, par jour et par mètre carré : 30 l d'eau à 90°, 60 l à 65° et 200 l à 40°.

Ces résultats peuvent servir de base pour une évaluation éventuelle.

Il n'y a pas entre eux (et il ne peut pas y avoir) de proportionnalité en calories, étant donné que les déperditions thermiques ne sont pas les mêmes dans chacun des trois cas considérés puisque les températures obtenues diffèrent très sensiblement.

Je terminerai en insistant sur le fait que le procédé de chauffage de l'eau par utilisation de la radiation solaire est désormais mis au point et constitue une première étape des réalisations futures que j'envisage et dont, semble-t-il, dépend, dans une certaine mesure, la mise en valeur du sol africain grâce au secours et à l'utilisation de ce même soleil auquel il doit son aridité.

F. Pasteur,
Médecin-Colonel,
Hôpital militaire du Val-de-Grâce.

LES AUXILIAIRES DE LA COUVERTURE

AVIATION — DESTRUCTIONS — FORTIFICATION

Dans sa biographie du général Normand, le commandant Drecq écrit à propos de l'œuvre fortificative du général : « Au béton de la fortification permanente, on oppose actuellement des procédés ou des armes, soi-disant moins coûteuses et tout aussi efficaces, la fortification improvisée au début d'une guerre, les destructions, l'aviation; combiner judicieusement ces quatre moyens sans demander un effort financier trop considérable pour la première, sans se leurrer sur la solidité de la deuxième, sur l'efficacité de la troisième, sur les résultats — matériels ou moraux — de la quatrième, tel est le problème qui se pose actuellement. »

Traiter le problème dans son ensemble conduit à l'étudier sous forme de cas concrets dans des situations de guerre différentes. Or de ces situations, une seule (ou presque) peut être définie avec quelque certitude, c'est la situation de départ, à la mise sur pied de la couverture, situation qui d'ailleurs fait l'objet d'études en temps de paix.

A défaut d'une application concrète, nous nous proposons ici, après avoir rappelé les conditions générales dans lesquelles doit jouer la couverture, de rechercher quelle aide elle peut trouver dans la fortification et ses « produits de remplacements ».

CHAPITRE I

MODE D'ACTION DE LA COUVERTURE

Par opérations de la couverture, nous entendons l'ensemble des opérations de sûreté stratégique qui s'exécutent à partir du premier renforcement de la garde de la frontière en temps de paix, jusqu'à achèvement des opérations de mobilisation et de concentration.

Ces opérations sont commandées avant tout par deux facteurs : l'un militaire, l'autre politique :

— la faiblesse des moyens initiaux,

— le souci de la détermination de l'agresseur.

Les moyens initiaux seront d'autant plus réduits que l'armée du temps de paix sera moins nombreuse et plus uniformément répartie sur le territoire; qu'il soit fait appel aux unités actives de l'intérieur ou à des hommes libérés du service actif pour étoffer les unités frontières, les délais nécessaires dans les deux cas conduiront à la mise en place initiale, dans un temps très court, de moyens réduits, progressivement renforcés. Par ailleurs, tous les pactes internationaux sur lesquels repose l'organisation de la sécurité font une part prépondérante à la détermination de l'agresseur : un État qui cherche à accroître sa sécurité en mettant en place sa couverture ne se défendra contre le reproche d'agression qu'en donnant à cette couverture *une mission strictement défensive*. Cette mission (qui laisse à l'ennemi le choix du point d'attaque et du moment d'agir), le défenseur devra être prêt à la remplir partout, à tout moment et quels que soient les moyens dont il dispose; deux éléments travaillent, il est vrai, en sa faveur :

— *le temps*, qui lui permet de se renforcer et de s'organiser;

— *le terrain*, qu'il a eu le loisir, dès le temps de paix, de reconnaître et de préparer par la fortification.

CHAPITRE II

COOPÉRATION DE L'AVIATION

On peut envisager la participation de l'aviation aux opérations de couverture sous les formes suivantes :

— opérations autonomes en territoire ennemi;

— défense du territoire contre l'ennemi aérien, parallèle à la défensive menée par les troupes de couverture contre l'ennemi terrestre;

— opérations en liaison avec les troupes à terre et au profit de celles-ci (renseignement, chasse).

Le premier mode d'opérations est susceptible d'un grand rendement matériel et moral. Des campagnes de presse (1) en ont souligné les effets, à tel point qu'on a pu mettre en discussion l'efficacité des armements terrestres, au début d'un conflit. Pour essayer d'y répondre, examinons les conditions de déclenchement d'une telle action aérienne, le but qu'elle recherche, les moyens de parade.

La décision qui déclenchera une action aérienne de grande amplitude, au début de la période de couverture, est *politique* et non militaire : elle est liée au souci déjà signalé de la détermination de l'agresseur. Des opérations terrestres revêtent un caractère plus ou moins confus qui peut laisser quelque répit à l'action conciliatrice des chancelleries. Quelque considérables qu'en puissent être par ailleurs les résultats militaires immédiats, l'attaque d'un convoi, d'un ouvrage, d'une

(1) Numéros spéciaux : en France, de l'illustré *Vu* (février 1931), et de l'*Animateur des Temps nouveaux;* en Allemagne, de la Revue *Die Woche* (avril 1931).

ville, est l'acte tangible d'agression qui rompt toute négociation et entraîne la balance des arbitres.

D'ailleurs l'objectif de pareilles opérations est plus politique que militaire, et vise davantage le *moral* des gouvernements et des populations que le retard dans la concentration des forces armées. La guerre de siège utilise des procédés d'attaque dits « irréguliers », parmi lesquels figurent l'attaque par surprise et le bombardement. L'emploi massif des forces aériennes dès le début des opérations n'est-il pas une combinaison des deux procédés pour entraîner rapidement, par une action matérielle et surtout morale, la capitulation de l'immense place qu'est le pays? Toutefois, l'expérience des sièges montre que ces procédés irréguliers sont bien rarement efficaces et que la plupart du temps l'assaillant doit passer à l'attaque méthodique et régulière : ici, renoncer (au moins pour un temps) aux opérations autonomes aériennes et faire appel aux forces terrestres.

Que faut-il pour amener cet échec? Tout d'abord, préparer l'opinion publique à l'idée d'un danger possible, mais non certain, estimé à sa juste valeur, mais d'autant moins terrible qu'il sera moins ignoré; en un mot, faire échec à la *surprise*. Ensuite, limiter les *effets matériels* par l'organisation de la défense aérienne, active et passive, du territoire. Enfin disposer de *forces aériennes* suffisamment fortes pour pouvoir user de représailles dans le moindre délai et avec le maximum d'efficacité. La crainte des représailles pourrait être le facteur dominant qui empêcherait le déclenchement de telles opérations : il en serait des Armadas aériennes comme de ces grandes flottes de bataille restant des mois au mouillage, paralysées par la simple existence de flottes ennemies d'importance comparable et pareillement immobiles, et laissant le combat et l'action aux patrouilleurs et aux éléments légers (1).

---

(1) Cette analogie entre flottes aériennes et flottes maritimes appelle

Ainsi donc, l'arme aérienne, employée au cours de la période de couverture dans des opérations autonomes paraît être une arme essentiellement politique; ni son emploi, à des fins militaires, ni les résultats à en attendre ne peuvent être escomptés avec certitude. Elle a toutefois pour résultat d'étendre la couverture à tout le territoire, en surface et en altitude, et d'exiger la mise en place des moyens de défense aérienne, dès les premières menaces de conflit.

CHAPITRE III

LES DESTRUCTIONS EN COUVERTURE

Il n'apparaît pas possible d'envisager avec *certitude* l'emploi initial de l'aviation en couverture autrement qu'en participation à la défense aérienne du territoire d'une part, en coopération de la chasse et de l'aviation de renseignement avec les troupes au sol d'autre part. Retarder l'ennemi par des destructions en même temps que par le combat paraît de prime abord plus certain et plus efficace, ces destructions pouvant être préparées minutieusement en temps de paix. Les bases de cette préparation dépendent de l'influence du facteur *temps* sur la mise en œuvre, du *but* recherché, des *moyens* (effectifs, matériel, explosifs, moyens de transport), enfin des conditions de *mise de feu*.

Temps.

La mise en œuvre des destructions en couverture est dominée par le facteur temps. Nous avons déjà signalé

---

une réserve : l'objectif principal de la flotte maritime est la flotte adverse et, à égalité de forces, l'issue de la lutte peut être mise en doute et commander l'abstention. Les objectifs principaux des flottes aériennes sont des objectifs au sol : c'est de la valeur comparée de ces objectifs en pays ennemi et en pays ami que résultera ou non la crainte des représailles.

l'incertitude où demeure le défenseur sur le moment de l'attaque de l'ennemi, moment où les destructions devront elles-mêmes jouer. Si cette attaque a lieu le 1er jour, le 5e jour, le 10e jour... les destructions joueront à partir du 1er jour, du 5e jour, du 10e jour... A chacune de ces dates doit correspondre une série de dispositifs prêts.

Pour assurer la réalisation *progressive* de ces dispositifs, le plan de destructions comportera, non seulement une série minima, mais un ordre d'urgence dans cette série minima. Cet ordre d'urgence résultera du *but* recherché et des *moyens* disponibles.

Le but.

Le but recherché résulte des intentions du commandement une fois la mission de la couverture terminée, ainsi que du caractère propre de certaines destructions : *caractère stratégique* de la rupture de grands ouvrages routiers, de tunnels, qui entraîne à la fois pour l'ennemi et pour nous une incapacité de longue durée à reprendre ou alimenter des opérations offensives de grande envergure; caractère uniquement tactique de destruction d'ouvrages peu importants, d'interruptions de route, qui sont une gêne temporaire pour l'assaillant lui-même et ses transports de l'avant. Remarquons que la *réalisation progressive* d'une destruction peut en changer le caractère; la destruction de la travure d'un grand viaduc peut n'avoir qu'un caractère tactique, la destruction des pales et des culées revêt un caractère stratégique. Remarquons aussi que les troupes de couverture trouvent le maximum d'appui dans les destructions tactiques.

A propos des intentions ultérieures du Commandement on a parfois contesté l'à-propos des destructions en couverture sur le front d'une armée destinée à prendre l'offensive une fois sa concentration terminée. Le

général Normand avait répondu à cette objection en disant que l'ennemi ne manquerait pas de détruire quand nous l'attaquerions les communications que nous lui aurions laissées intactes. Il semble d'ailleurs que dans une telle situation, si les destructions à caractère stratégique paraissent peu indiquées, des destructions à caractère uniquement tactique ne portent pas un préjudice sérieux à une offensive ultérieure, tout en rendant cette offensive possible par l'appui qu'elles procurent à la couverture. Inversement, si l'aboutissement des opérations de la couverture était la constitution d'un front défensif, les destructions stratégiques sembleraient avoir le meilleur rendement.

Quoi qu'il en soit, la détermination de l'urgence entre dispositifs tactiques et stratégiques est du ressort du *Commandement*, en fonction de ses intentions futures; elle se complète (1) par l'indication de l'*étendue* de la destruction à réaliser et s'il y a lieu ,de la *progressivité* à rechercher dans cette réalisation.

Les moyens.

Les effectifs comprendront initialement les seules troupes actives de sapeurs-mineurs des régions frontières. Même après renforcement par des éléments rappelés sous les drapeaux, il faudra tenir compte des réservistes provenant d'armes autres que le génie et n'ayant pu recevoir, au cours de leurs périodes d'instruction, que des rudiments du métier du mineur et de l'artificier.

On peut, dans la préparation du plan de destruction, prendre le problème de deux façons; ou bien partir des moyens existants, évaluer leurs possibilités et en déduire le choix et l'urgence des dispositifs; ou bien définir le nombre et l'urgence des dispositifs en tenant

(1) A la suite des reconnaissances et des propositions du génie.

compte uniquement des besoins des opérations, en déduire les effectifs nécessaires et réaliser l'organisation du temps de paix correspondante, soit en reportant à la frontière les garnisons du génie, soit en accroissant le nombre des unités de sapeurs-mineurs. Cette dernière méthode conduirait à admettre que les besoins spéciaux du génie en couverture (comme ceux de la cavalerie) justifient en sa faveur une proportion plus élevée dans l'armée du temps de paix (1).

La mise en œuvre des destructions nécessite un nombre important d'officiers du génie, pour les reconnaissances, le commandement des chantiers, la liaison avec le Commandement et les troupes d'infanterie, la mise de feu. Les officiers de l'État-major particulier, par leur connaissance du terrain, des caractéristiques des dispositifs de mine permanents, des ressources locales, rendront les plus grands services côte à côte avec leurs camarades de la troupe; de même pourront y être employés avec fruit les officiers de réserve résidant dans la zone frontière.

Il ne faut guère envisager, pendant cette période, de pouvoir disposer d'auxiliaires militaires. Par contre, il paraît indispensable de libérer le génie du soin d'assurer la *sécurité* de ses chantiers, en raison de la faiblesse du nombre des travailleurs et parce que le rendement individuel est beaucoup plus élevé quand l'homme se sait protégé. La liaison du sapeur et du fantassin doit exister au moment de la mise de feu; elle ne pourra que gagner à s'établir dès l'ouverture du chantier; dans la plupart des cas le maintien de cette liaison sera suffisant pour assurer la sécurité du travail.

Le *matériel* et les *explosifs* représentent un tonnage élevé qu'il y a intérêt à stocker le plus près possible

---

(1) Ce qui aurait également l'avantage de lui fournir des sapeurs réservistes dignes de ce nom.

du lieu d'utilisation. Les locaux de la fortification permanente offrent à cet égard des possibilités de stockage, en particulier pour les explosifs dont il est possible d'assurer commodément la garde et la conservation.

Il faut organiser dans les meilleures conditions de temps et de rendement le *transport* à pied d'œuvre du matériel et des explosifs, et le transport des travailleurs d'un dispositif préparé au dispositif suivant. Il est désirable que les unités de destruction disposent des moyens de transport organiques. Pendant cette période des opérations, voitures et camions feront prime même entre les bénéficiaires du droit de réquisition. L'organisation de ces transports n'envisagera l'exploitation des ressources locales que si cette exploitation est prévue et préparée dès le temps de paix avec priorité reconnue aux destructions.

La mise de feu.

Le problème de la mise de feu est pour le sapeur ce qu'est la liaison infanterie-artillerie pour ces deux armes. Sa difficulté va croissant avec l'importance de l'ouvrage à détruire. Il n'y a pas d'inconvénient à faire jouer « sous la pression de l'ennemi » des destructions tactiques; par contre, faire sauter sous la menace d'un coup de main, un tunnel qui demandera trois ans de réparation, est un désastre.

Il semble qu'une solution acceptable puisse être demandée à la télémécanique, quand les dispositifs appropriés auront pu être mis au point; les charges et leur dispositif de mise de feu (partie réceptrice) pourraient être enfermés dans l'ouvrage à détruire et mis à l'abri des coups de main ennemis; à distance, dans un local de la fortification permanente, par exemple, ou dans un centre de renseignements, se trouverait la partie émettrice du dispositif qui pourrait être déclenchée à loisir, soit sur ordre venu de l'arrière, soit après récep-

tion de renseignements suffisants venus de l'avant (1).

Participation de l'aviation aux destructions.

Nous avons signalé plus haut l'hypothèse politique pesant au début d'un conflit sur l'emploi de l'aviation en opérations en dehors du territoire national. Cette hypothèse est levée quand les opérations sont engagées, et l'aviation peut alors *prolonger* dans l'espace au delà de la frontière la zone d'action des destructions terrestres; il s'agira bien entendu de destructions stratégiques.

Cette participation pourra revêtir deux formes : soit bombardement des points à détruire, soit transport et débarquement à proximité des ouvrages d'équipes de sapeurs chargées des destructions.

Il sera également possible à l'aviation de *prolonger dans le temps* l'action des destructions, par l'attaque des chantiers de réfection.

Ces différents modes d'action sont coordonnés par le plan de destruction.

Idées allemandes relatives aux destructions.

Le *Militär-Wochenblatt* du 11 avril 1930 a consacré un important article à l'*emploi des barrages dans les opérations modernes*, le terme de barrage s'appliquant non seulement aux destructions mais aux abatis, obstructions, inondations (2) et obstacles contre chars. Le mot de couverture n'y est pas prononcé, mais l'orientation de l'instruction de l'armée allemande semble

---

(1) Le plan de mise de feu évolue dans le temps. Initialement, le faible nombre des dispositifs et la décentralisation du Commandement autorisent de larges délégations. En même temps que le nombre des dispositifs croît et que les liens tactiques se resserrent, chaque échelon de commandement reprend l'exercice normal du droit de mise de feu.

(2) L'emploi des inondations en couverture est subordonné au temps nécessaire pour les tendre; ce temps est généralement considérable. Inondations défensives », *Revue du Génie*, mai 1930.

justifier l'application, à cette période des opérations, des idées dont voici un bref résumé :

« Les barrages peuvent avoir des buts stratégiques ou tactiques.

« Stratégiquement, ils ont pour effet de limiter une retraite, de donner plus de profondeur à une organisation défensive, de protéger le flanc d'une armée ou d'une forteresse.

« Lorsque les barrages ont un but stratégique, ils comprennent surtout des destructions de voies ferrées et de réseaux routiers importants... Ils n'ont jamais pour but d'enrayer la progression de l'infanterie.

« Les barrages à but stratégique peuvent être employés dans toutes les situations, même lorsqu'on a l'intention de progresser plus tard à nouveau à travers la zone détruite. L'importance des voies de communication est, en effet, si grande que l'adversaire s'il veut attaquer dans cette zone, ne peut manquer de les réparer au préalable. On peut donc avoir l'espoir, en menant une contre-offensive rapide et heureuse, de retrouver intactes les communications rétablies par l'ennemi. Si au contraire l'adversaire que l'on contre-attaque a eu le temps de faire des destructions, il les appliquera aussi bien aux voies de communications établies par lui qu'à celles qu'il aurait trouvées en bon état... »

L'article fait ressortir l'augmentation de la capacit' de résistance du défenseur, obtenue par les barrage établis dans un but tactique.

Il traite ensuite de la main-d'œuvre et du matériel Le transport de ce matériel et des explosifs sera favo risé par la motorisation des unités. « Une unité d Génie moderne devra obligatoirement employer un outi lage mécanique; il est donc nécessaire qu'elle en so dotée organiquement et que le transport en soit assuré.

Il étudie les procédés d'attaque et de défense des ba

rages, observant que « chaque élément de barrage doit être tenu sous le feu d'une troupe », sinon « l'adversaire peut se livrer au rétablissement des communications sans être gêné et le maximum de profit n'est pas atteint ».

L'auteur insiste en terminant sur la nécessité de motoriser le bataillon du génie, de le constituer à quatre compagnies, de le doter d'une colonne légère de matériel, d'explosifs (3 à 4 t), d'outils : perforatrices, scies, chalumeaux. « Il ne faut pas considérer ces effectifs et ces approvisionnements comme inspirés par le souvenir de la guerre de position; ils constituent des moyens de combat de la guerre de mouvement que le commandement a le devoir d'utiliser. »

La préparation en temps de paix. Le plan de destruction.

L'efficacité immédiate des destructions n'a jamais été contestée; leur opportunité dans toutes les situations ne paraît pas non plus devoir l'être, sous réserve de définir le *but* à atteindre et d'y adapter les dispositifs à réaliser. Les résultats obtenus seront d'autant plus grands que les destructions revêtiront un caractère massif. Ce caractère est difficile à réaliser en couverture puisque le nombre et l'importance des dispositifs sont fonction des deux facteurs *temps* et *moyens* et que l'entrée en ligne de l'ennemi (inconnue du problème) limite ces deux facteurs, imposant une *réalisation progressive* et laissant escompter des *effets* progressivement accrus.

Il est possible d'améliorer le facteur temps par la préparation du temps de paix et en particulier par la construction de dispositifs de mine permanents. Lors de l'exécution, la sécurité assurée aux équipes de travailleurs, les déplacements rapides des équipes d'un dispositif à l'autre, permettront aussi de gagner du temps.

Il est possible d'agir sur les moyens, en temps de paix, par le renforcement des unités frontières de sapeurs-mineurs et de mineurs-artificiers, leur motorisation, l'attribution d'un outillage mécanique; à la mise sur pied de la couverture, par une mobilisation accélérée des réservistes destinés à renforcer les éléments actifs.

La préparation en temps de paix est synthétisée par le *plan de destructions* qui comprend des décisions de commandement et des consignes techniques et tactiques d'exécution. Les décisions de commandement ne sortant pas d'un seul jet, telle Minerve casquée hors du cerveau d'un dieu, mais résultent d'études exécutées *en étroite liaison* par le Commandement et le génie, le premier fixant le but à atteindre, le second indiquant les possibilités, la décision définitive étant le résultat d'un compromis, le génie est ici dans son rôle de *conseiller technique éclairé*. Il semble que l'échelon de commandement d'où émanent les décisions initiales soit l'*Armée* qui seule a des préoccupations à la fois stratégiques et tactiques et peut préciser le but à atteindre en fonction de ces doubles soucis; seule également, elle peut définir les conditions de mise de feu et faire les délégations nécessaires.

Le plan de destruction n'est pas l'annexe n au plan de couverture, entre l'annexe $n - 1$ consacrée à la circulation et l'annexe $n + 1$ relative à la prévôté. Il fait *partie intégrante* du plan de couverture, aussi bien dans ses décisions essentielles que dans ses conséquences tactiques; sa réalisation, en effet, modifie les conditions de combat du fantassin tant par l'accroissement de puissance défensive qu'elle lui confère, que par la protection, dont elle a besoin, de sa présence et de son feu.

En effet, massives ou non, les destructions ne doivent pas rester passives et, comme tout obstacle, n'ont de valeur qu'en étant battues, par les bombes d'avions, par le feu du défenseur mobile (fantassin et artilleur),

par le feu de la fortification. Auxiliaires du Commandement et des troupes (1), les destructions requièrent à leur tour le concours de plusieurs armes et l'emploi de plusieurs procédés de combat, services mutuels, concourant à l'accomplissement d'une même mission.

(*A suivre.*) Capitaine MANDAROUX.

(1) Et non apanage d'une arme.

TEMPÉRATURE EFFECTIVE D'UNE ATMOSPHÈRE

TEMPÉRATURE RÉSULTANTE D'UN MILIEU

C'est actuellement un lieu commun, que la seule indication d'un thermomètre ordinaire (thermomètre sec) soit incapable de repérer, partant, de mesurer, l'impression de chaleur du corps humain placé dans une atmosphère déterminée.

Vouloir apprécier le « confort » (pour employer l'expression américaine) d'un lieu par la seule lecture d'un thermomètre sec, serait aussi illusoire que d'essayer de déterminer le volume d'un corps, en n'en connaissant que la dimension principale.

A notre connaissance, ces notions relativement récentes, ont été étudiées et vulgarisées par les publications du « Laboratoire de Recherches » de : « l'Association des Ingénieurs américains en chauffage et ventilation ». (*Journal de l'A. S. H. V. E.* 1924, 1925, 1927, 1928, etc.. MM. Yagloglou, Miller, Houghten, Mc. Connel).

En France, M. Beaurienne (1), dans ses études et ses conférences a traité plusieurs fois cette question et a reproduit quelques tables et graphiques des Ingénieurs américains dans le *Journal de l'Association des Ingénieurs en chauffage et ventilation.* M. Roger Martin, dans son étude sur le séchage et la ventilation, publiée par *Chaleur et Industrie* (novembre 1926 à janvier 1927) y a consacré un intéressant chapitre, inspiré des travaux des ingénieurs américains.

(1) M. Beaurienne peut être considéré comme l'introducteur de ces notions en France et mérite à ce titre une mention toute particulière.

La partie la plus importante des résultats des recherches américaines est résumée dans un abaque, permettant de déterminer la température effective en fonction des températures sèches et mouillées et de la vitesse. Ce graphique dont notre figure 4 est une généralisation ne comprenait que les courbes de vitesses positives allant de l'air tranquille à 3 m 30 par seconde.

Ces notions étant d'une extrême importance pour la technique du chauffage et du rafraîchissement, nous avons cru devoir faire de ces résultats empiriques une étude théorique permettant de les expliquer et de les généraliser.

***

ÉCHANGES DE CHALEUR DU CORPS AU MILIEU

L'impression de chaleur ou de froid résulte de l'ensemble des échanges calorifiques du corps humain avec le milieu. Or, ces échanges sont de deux sortes :

1° Échange calorifique suivant l'expression habituelle du mot, c'est-à-dire par rayonnement et par convection.

2° Échange par vaporisation de l'eau à la surface de la peau qui exige pour cette vaporisation à 37°, 580 calories environ par kg.

Ces échanges calorifiques entre le corps et le milieu dépendent donc d'un certain nombre de variables dont les principales sont :

1° La température de l'air ambiant (thermomètre sec);

2° Le degré hygrométrique de cet air (ou ce qui revient au même. la température du thermomètre humide);

3° La vitesse de l'air au contact du corps humain;

4° La température des parois de l'enceinte;

5° La pression.

Autrement dit : les impressions ressenties par un in-

dividu déterminé dans les mêmes conditions physiologiques, peuvent être identiques dans deux atmosphères différant par la vitesse de l'air et les indications des thermomètres sec et humide, d'où la nécessité de définir « l'égalité de confort de ces milieux » en leur donnant une caractéristique commune que nous appellerons *température résultante.*

« Deux milieux seront par définition à la même *température résultante* quand l'impression de chaleur d'un même individu ne changera pas lorsqu'il passera en conservant la même activité de l'un à l'autre de ces milieux » :

$$T_R = f\ (T_s,\ T_m,\ V,\ H,\ R).$$

T_R, température résultante.
T_s, température au thermomètre sec.
T_m, température au thermomètre mouillé.
V, vitesse de l'air.
R, température moyenne des parois.
H, pression atmosphérique.

Comme d'autre part T_s, T_m, et le degré hygrométrique e sont liés par une relation :

$$T_m = \varphi\ (T_s,\ e),$$

on peut écrire :

$$T_r = f\ (T_s,\ R,\ e,\ V,\ H).$$

En effet en ce qui concerne le rayonnement, il faut faire intervenir non seulement la température de l'air ambiant (à vrai dire de peu d'importance), mais encore celles des parois du local. Suivant leur température plus ou moins basse, le rayonnement du corps est plus ou moins intense.

C'est ainsi que, dans une même pièce, il est plus important, en hiver, au voisinage des fenêtres qu'à proximité des murs en maçonnerie. De même (et c'est là un fait relativement important, dont les Ingénieurs en chauffage peuvent se rendre compte fréquemment), l'impression

de chaleur d'un local à caractéristiques égales de l'atmosphère (température, degré hygrométrique, vitesse) est moindre lors de la mise en régime, qu'en régime continu, en raison du rayonnement plus intense du corps sur les parois non encore échauffées dans le premier cas (1).

Or les Ingénieurs américains ont choisi, pour définir l'égalité d'impression de chaleur de deux milieux, l'égale indication des thermomètres sec et humide *dans l'atmosphère saturée donnant avec de l'air au repos* la même impression de confort. Cette indication a reçu le nom de *température effective du milieu.*

La graduation ainsi choisie est donc une graduation thermométrique et se trouve être celle d'un thermomètre ordinaire dans une atmosphère saturée et sans vitesse à la pression atmosphérique normale.

Cette définition suffisante pour une atmosphère infinie, est par contre incomplète pour un local, en ce sens que l'on n'y fait pas intervenir la température intérieure moyenne des parois. *Nous la complèterons en spécifiant que la température des parois est la même que celle de l'air intérieur* (2).

Dans une première partie de cette étude nous supposerons donc comme cela était pratiquement réalisé dans les expériences américaines (cloisons très isolantes) que $R = Ts$ et en raison des faibles actions des variations de la pression atmosphérique, nous supposerons dans un

---

(1) Ceci est assez caractéristique dans les chauffages par poêles essentiellement intermittents. Les parois ne sont jamais en régime et le rayonnement du corps donne une impression de fraîcheur, alors même que les températures sèches et mouillées de l'air correspondent à des conditions satisfaisantes de confort.

(2) S'il en était autrement, l'indication d'un thermomètre sec ordinaire ne correspondrait pas exactement à la température de l'air ambiant, en raison des échanges par rayonnement de ce thermomètre avec les parois. On pourrait obtenir une indication plus exacte en entourant le thermomètres avec des feuilles d'une matière isolante réduisant ou même supprimant le rayonnement, mais permettant le convection.

but de simplification H = Const. (1), ce qui nous ramènera à la fonction de trois variables :

$$T_e = f\ (T_s,\ e,\ T)$$

étudiée par les ingénieurs américains.

Dans une deuxième partie, nous étudierons l'effet des variations de R et serons conduits à généraliser la notion d'égalité de confort.

***

Il est bien évident que ces 5 variables, températures vitesse, degré hygrométrique, pression, ne sont pas les seules à influer sur l'impression de confort d'une atmosphère. Aussi, pour nous placer au point de vue purement calorifique, nous supposerons l'air de composition invariable correspondant à la dénomination « d'air pur ».

TEMPÉRATURE EFFECTIVE

ÉTUDE DE LA FONCTION $Te = f\ (Ts,\ e,\ V)$

L'étude de cette fonction a été faite expérimentalement par le « Laboratoire de recherches » de l'Association américaine des Ingénieurs en chauffage et ventilation.

L'étude mathématique peut en être faite plus généralement par l'application des lois usuelles de la transmission de chaleur et de l'évaporation du corps humain, dans ses échanges avec l'air extérieur.

Tout d'abord, il y a lieu de remarquer qu'au point de vue usuel, en ce qui concerne le chauffage et le rafraîchissement des locaux il n'est nécessaire d'étudier cette fonction que dans les limites de confort ordinaires, c'est à-dire entre 10° et 30° environ de température effective.

---

(1) Cette simplification apparaîtra comme légitime lorsque nous aurons explicité Te en fonction de H.

Par ailleurs, lorsque l'on s'écarte des températures moyennes il peut se produire des modifications physiologiques de la surface de la peau, qui ont pour effet de modifier le coefficient de transmission superficiel du corps humain. Dans ces conditions, il serait donc illusoire de rechercher une fonction simple de ces 4 variables, valable pour de grands écarts de température.

1° *Transmission calorifique proprement dite* :

Le coefficient de transmission du corps à l'air à travers les vêtements dépend évidemment pour une même qualité et une même épaisseur de ces vêtements de leur plus ou moins grand ajustage.

Il est bien évident que si des vides d'air immobile sont intercalés entre les différentes épaisseurs du vêtement. le coefficient de transmission sera moindre que si ces vêtements sont parfaitement ajustés. Par contre, si leur perméabilité permet une circulation sensible de l'air entre ces diverses parties, le coefficient pourra en être accru.

Dans la pratique et pour nous conformer aux bases admises par les Américains pour leurs essais, nous supposerons des personnes habillées de vêtements normalement ajustés, sans vides sensibles et stables entre leurs différentes parties.

En conséquence le coefficient de transmission sera de la forme :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \cdots\cdots + \frac{1}{a_n}.$$

Les termes a correspondant aux coefficients d'entrée et de sortie de la chaleur du corps à la peau d'une part, et des vêtements à l'atmosphère d'autre part, les termes :

$$b_1,\ b_2\ldots\ldots,\ \lambda_1,\ \lambda_2\ldots\ldots$$

étant respectivement les épaisseurs et les coefficients

des transmissions des diverses parois vestimentaires que doit traverser le flux calorifique.

Le coefficient de sortie de la chaleur est de la forme :

$$a_n = mr + nf.$$

le premier terme correpondant au rayonnement et le deuxième à la convection.

Pour les faibles écarts envisagés on sait que l'on peut admettre m et n sensiblement égaux à l'unité. Le coefficient r du rayonnement est sensiblement indépendant de l'état hygrométrique de l'air avec des vêtements secs (1).

Quant à f il ne dépend, selon Ser, Péclet et Rietschel, que de la forme du corps et de la « conduction » de l'air.

Les recherches postérieures de Nusselt et Lévêque ont conduit à admettre que le coefficient de convection était proportionnel au coefficient de conductibilité et à la densité de l'air.

En raison des faibles variations de ces quantités quand le degré hygrométrique varie de 0 à 100 %, nous pouvons dans cette étude admettre que f est indépendant de e.

Les coefficients de conductibilité λ_1, λ_2... varient en fonction de e. Plus l'air est humide, moins les vêtements sont isolants. On peut admettre que ces variations sont proportionnelles à e, donc :

$$\lambda_m = \lambda_s + \varrho e$$

λ_m et λ_e étant respectivement les coefficients de transmission relatifs à l'air humide et sec.

D'où :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{B + Ce} + \frac{1}{B' + C'e} + \cdots\cdots + \frac{1}{a_n}.$$

(1) Le rayonnement peut être modifié lorsque e varie.

L'air humide a en effet un pouvoir absorbant beaucoup plus fort que celui de l'air sec, et cela se traduit par un rayonnement en retour ou ce qui revient au même, par une diminution du coefficient de rayonnement du corps chaud.

(Expériences de Tyndall. Mesures de Boutaric sur le rayonnement nocturne.)

Ainsi que nous le verrons par la suite le coefficient de rayonnement est plus fort pour l'air sec que pour l'air humide.

L'expérience montrant que les coefficients ρ étant relativement petits par rapport aux termes principaux λ, cette expression peut être mise sous la forme :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{B - Ce}{B^2} + \frac{B' - C'e}{B'^2} + \dots$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{B - Ce}{B^2} + \frac{B' - C'e}{B'^2} + \dots}.$$

D'où avec les mêmes approximations $k = L + Me$ ou sous la forme $k = km + (ks - km)(1 - e)$.
les coefficients k_m et k_s étant respectivement ceux de la conductibilité dans l'air humide et sec.

A priori, ces simplifications apparaissent comme légitimes si l'on remarque que les variations de la température effective sont relativement petites vis-à-vis de la valeur de la température sèche, lorsque *e* varie aux faibles températures (vers 0°). Or, comme à ces températures basses l'évaporation est minime, les variations ne peuvent provenir que des variations des termes λ.

L'erreur ainsi commise doit encore être moins appréciable aux températures normales entre 10° et 30°, ces erreurs étant sensiblement proportionnelles aux écarts de température entre le corps et l'air.

2° *Évaporation.*

L'évaporation obéit à la loi de Dalton. *A priori*, cela paraît en contradiction avec les théories actuelles sur l'évaporation, d'après lesquelles la loi de Dalton ne s'appliquerait au séchage que lorsqu'il existe de l'humidité à l'état «d'eau d'imbibition» et cette loi devant être modifiée lorsque l'humidité est de « l'eau hygrométrique » correspondant à la porosité capillaire.

La modification de la loi de Dalton consiste à y remplacer le terme F (tension maxima) par un terme $a\,h$, a étant une constante et h le taux instantané d'humidité (*Physique industrielle*, L. Pierre).

En réalité la contradiction n'est qu'apparente.

En ce qui concerne la peau et les vêtements, le problème est différent en ce sens qu'avec les réserves faites précédemment l'état d'humidité du corps est très sensiblement constant et il ne s'agit pas de séchage proprement dit mais de l'évaporation de l'eau sans transformation de l'état hygrométrique de la peau et des vêtements.

La quantité de liquide (ou de chaleur absorbée) est donc proportionnelle à $\frac{F - f}{H}$, F étant la tension maxima de la vapeur d'eau à la température de l'air envisagé, f la tension du moment et H la pression atmosphérique :

$$Q = A \frac{F - f}{H}.$$

A étant un coefficient dépendant de l'état d'humidité de la peau.

PRÉCISIONS SUR LES HYPOTHÈSES

Nous admettrons que deux milieux donnent la même sensation de confort lorsque les quantités de chaleur *globales* émises par le corps (convection, rayonnement, évaporation) sont égales.

Donc, pour un individu déterminé, à une quantité *totale* de chaleur émise par le corps suivant ces divers modes de transmission, correspond un certain confort.

On pourrait donc définir le confort d'un milieu par la quantité de chaleur correspondante.

Cette définition serait assez compliquée du fait, que des individus *différents*, à sensation de confort *égale*, émettent des quantités de chaleur *différentes*.

On préfère donc définir une impression de confort par la température du milieu saturé dans lequel le corps dégage cette même quantité de chaleur.

(Ainsi que l'avons spécifié, nous ne considérons que la chaleur émise par évaporation, convection, rayonnement. Cette quantité de chaleur totale n'est pas nécessairement égale à la quantité de chaleur produite dans le corps).

VALEUR APPROCHÉE DE LA FONCTION $T_e = f(T_s, e)$ DANS L'AIR AU REPOS ET A PRESSION ATMOSPHÉRIQUE NORMALE

Dans le cas fréquent où le chauffage est réalisé par des surfaces de chauffe à radiation directe, c'est-à-dire où l'air est sans vitesse sensible, on peut se contenter d'une formule simplifiée donnant la température effective en fonction de la température au thermomètre sec et du degré hygrométrique.

Des résultats précédents, il résulte qu'à une température sèche déterminée la variation de chaleur transmise par le corps lorsque le degré hygrométrique e, varie, provient d'une part de la variation du coefficient de transmission calorifique et d'autre part de la variation de la quantité de chaleur absorbée par l'évaporation. Elle peut donc se mettre sous la forme suivante :

$$\Delta Q = \Delta k\ (37^o - T_s) + \Delta E$$

ou d'après ce qui précède :

$$\Delta Q = \Delta E \left[(k_m - k_s)\ (37^o - T_s) + \frac{A\ F}{H} \right].$$

Elle est proportionnelle à la variation de $(1 - e)$ avec les approximations faites précédemment. La température effective peut donc se mettre sous la forme :

$$T_e = T_r + (T_o - T_s)\ (1 - e).$$

T_o étant la température effective *de l'air sec* à la température T_s considérée.

Il reste donc à étudier la variation de :

$$T_s - T_o = \frac{(k_m - k_s)}{k_m}\ (37^o - T_s) + \frac{A}{k_m}\ \frac{H}{F}$$

lorsque T_s varie.

En supposant, en première approximation, que les coefficients de transmission sont indépendants de l'écart des températures, les variations du premier terme de cette somme sont représentées par une droite coupant l'axe de T au points $T_s = 37°$ (fig. 2).

La tension de vapeur F est donnée par la loi de Regnault :

$$\text{Log } F = a - b\alpha^{\lambda} - c\beta^{\lambda}$$

où :

$$x = T_s + 20°.$$

Nous pouvons construire la courbe des variations de $\frac{F}{H}$ entre 8° et 37°, ou plutôt de $\frac{A}{k_m}\frac{F}{H}$ représentant les variations de l'évaporation en calories.

Les variations de $(T_s - T_o)$ lorsque T_s varie sont proportionnelles aux différences des ordonnées de ces deux courbes (fig. 1).

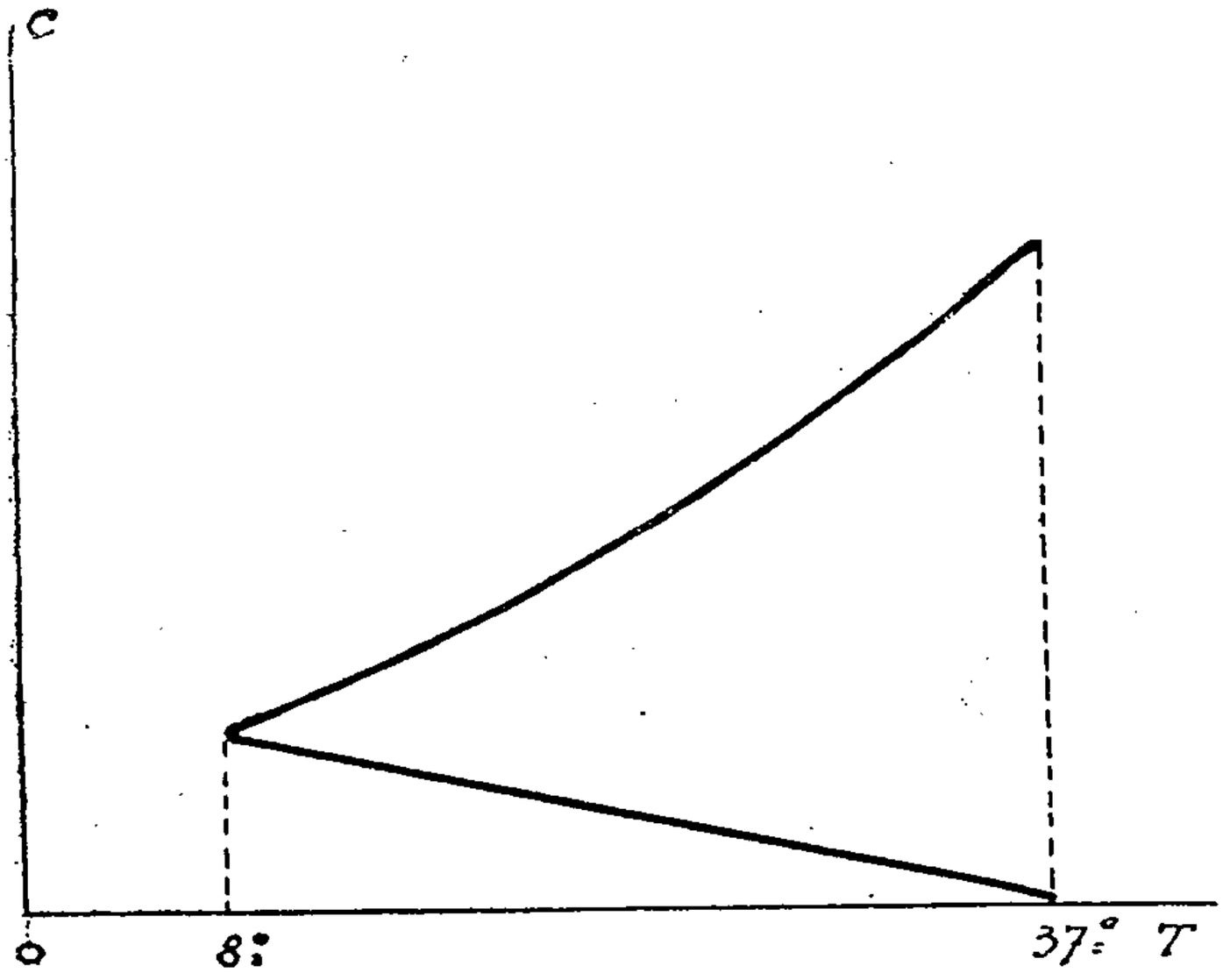


Fig. 1.

Pour déterminer les dispositions relatives de ces courbes, il suffit de deux expériences :

1° Déterminer la température pour laquelle l'impression de chaleur en air calme ne change pas quand on modifie le degré hygrométrique.

Les mesures américaines ont montré qu'il existait pour chaque valeur de la vitesse une température sèche, telle que la température effective soit indépendante du thermomètre mouillé, c'est-à-dire de *e*.

Or, lorsque le degré hygrométrique varie, l'évaporation à température sèche constante, varie comme (I — *e*). Il faut donc que la différence des coefficients de transmission (k_m — k_e) varie aussi comme (I — *e*) soit $k_m - k_e = (I - e)\ (k_m - k_s)$, ce qui est une vérification de nos hypothèses.

Il résulte de divers essais et en particulier des expériences réalisées par le « Laboratoire Américain des Recherches » que cette température pour une atmosphère au repos est sensiblement égale à 8° centigrades;

2° Déterminer la température effective T_o correspondant *à une atmosphère absolument sèche* ($e = O$) lorsque le thermomètre sec marque 37° (1).

Les expériences américaines donnent pour $Ts = 37°$, $e = O$, $T_o = 23°$.

$$T_s - T_o = 37 - 23 = 14°.$$

En remplaçant la courbe des variations de la tension maxima en fonction de la température, par sa corde moyenne dans la partie des variations entre 8° et 30° (ce qui est légitime car ses variations sont presque linéaires) l'expression $T_o - T_s$ prend la forme suivante :

$$T_o - T_s = 0{,}4\ (T_s - 10°).$$

---

(1) En réalité en raison des possibilités de modifications physiologiques de l'état de la peau pour une température sèche voisine de 37°, il y a intérêt à mesurer la différence des ordonnées de ces courbes pour une température sèche voisine de 20° en déterminant pour de l'air sec à cette température la différence $T_o - T_s$.

d'où l'on déduit finalement :

$$T_c = T_s - 0{,}4\,(T_s - 10^o)\,(1 - e)$$

Les expériences américaines ont montré qu'entre 10° et 30° cette formule donne la température effective à 3/10e de degré près, cet écart maximum étant atteint pour les températures extrêmes et l'erreur n'étant que de l'ordre de 1/10e de degré entre 16° et 24°, c'est-à-dire dans la zone dite « de confort ».

Elle est donc d'une précision très largement suffisante pour l'étude du conditionnement de l'air dans ses applications usuelles, lorsque la vitesse de l'air dans les locaux est négligeable.

EXPRESSION PLUS GÉNÉRALE ET PLUS APPROCHÉE DE LA FONCTION $Te = f\,(T_s, R, e, V, H)$ ET VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE EFFECTIVE EN FONCTION DE LA VITESSE.

1° *Effet de la vitesse sur l'évaporation.*

La vitesse de l'air agit sur l'évaporation par deux actions qui peuvent s'ajouter ou se contrarier.

1° Le renouvellement de l'air au contact du fluide a pour effet de diminuer l'état hygrométrique de la couche d'air au contact de ce fluide;

2° Cet air au contact s'échauffe plus ou moins, ou se refroidit plus ou moins, suivant que le liquide est plus chaud ou moins chaud que l'air.

Dans le cas qui nous occupe, c'est-à-dire l'évaporation de l'eau superficielle du corps, le problème se simplifie beaucoup si l'on considère les ordres de grandeur des quantités de vapeur dégagées par le corps et le volume d'air en circulation par convection naturelle.

Par exemple dans l'hypothèse défavorable d'une tem-

pérature sèche de 30°, la quantité de chaleur enlevée par l'évaporation sera par mètre carré dans le cas de l'air sec, d'après les expériences américaines, de l'ordre de 18 à 20 calories heure environ soit :

$$\frac{1.000 \times 20}{580} = 35 \text{ grammes.}$$

La quantité de chaleur enlevée par convection proprement dite est de l'ordre de 8 à 10 calories par mètre carré environ d'après les mêmes expériences. Si l'on suppose que l'air en contact avec le corps et qui s'élève par convection à une température finale de 2° supérieure à celle du milieu, la quantité de chaleur emportée par mètre cube est de : $2 \times 0{,}30 = 0$ cal. 6, soit une circulation de 14 m³/heure environ.

Comme à cette température 1 m³ d'air sec peut absorber 30 gr d'eau, cela conduit à un degré de saturation final de $\frac{35}{30 \times 14} = 8$ % environ. Mais, comme par ailleurs l'élévation de température a eu pour effet d'augmenter la tension de F de : $\frac{0{,}0335 - 0{,}0301}{0{,}0301}$ soit 10 %, on voit que, pour cet air, la quantité $F - f$ est en augmentation le long de son parcours sur le corps, car l'augmentation de f par dilatation n'est que de $\frac{2}{273}$ soit 1 % environ.

En réalité, l'augmentation de température du volume d'air étant moindre, le raisonnement montre que dans le cas qui nous intéresse, l'effet de la vitesse ne sera guère appréciable, ni dans un sens, ni dans l'autre puisque la quantité $F - f$ ne subit pas de modification appréciable.

Nous supposons, bien entendu, que la constante A intervenant dans l'expression de l'évaporation est indépendante de la vitesse.

Les rares documents existant sur la question (d'origines surtout allemandes) rendent vraisemblable cette hypothèse.

Par ailleurs il y a tout lieu de penser que l'évaporation se produit indépendamment du déplacement de l'air conformément aux lois de diffusion des gaz, ce que les physiciens du siècle dernier expliquaient par « la propagation des molécules de vapeur entre les molécules d'air ».

Si la personne envisagée n'est pas au repos mais se livre à un travail physique, le raisonnement sera plus exact encore (1) du fait que le volume d'air passant au contact du corps sera plus grand encore.

Dans ces conditions, même dans le cas du déplacement de l'air à vitesse sensible, l'expression de l'évaporation sera dans une atmosphère : $\frac{A\ F\ (T_s)}{H}$.

dans laquelle $F\ (T_s)$ est l'expression de la tension maxima de la vapeur en fonction de la température.

Comme nous l'avons déjà dit, il suffirait pour déterminer la valeur du coefficient A d'une expérience, permettant de connaître la valeur de la vaporisation pour de l'air à un degré déterminé d'humidité, lorsque le corps se trouve dans une atmosphère ayant sa température au thermomètre sec.

Pour les raisons exposées précédemment et par mesure de précaution, en raison du changement possible de l'état de la peau à cette température élevée, divers recoupements ont été faits à l'aide des combinaisons pour lesquelles, à température sèche constante, la température effective est indépendante de l'état hygrométrique, ce qui revient à dire que pour ces combinaisons

---

(1) Il n'en serait pas de même si l'air extérieur était plus chaud que le corps humain. Dans ce cas au contraire la vitesse aurait pour effet d'augmenter la température de l'air passant au contact du corps en réduisant son refroidissement. Les deux actions précédentes s'ajouteraient.

la variation d'évaporation en fonction de *e* est compensée par la variation du coefficient de transmission.

Ne cherchant qu'une expression valable entre 8° et 25°, nous pouvons, pour simplifier et en raison de la variation presque linéaire de la tension en fonction de la température, remplacer la fonction F (T_s) par une corde moyenne qui se trouve passer par l'origine.

L'évaporation se trouve ainsi exprimée *en degrés effectifs* par la formule :

$$E = 0{,}29\ T_s\ (1 - e).$$

L'expression exacte en calories étant :

$$E = 0{,}29\ k_0\ T_s\ (1 - e)$$

k_0 étant le coefficient de transmission pour l'air humide $e = 1$ sans vitesse.

2° *Effet de la vitesse sur le coefficient de transmission.*

Avec les hypothèses précédemment admises (c'est-à-dire de vêtements peu perméables à l'air avec les vitesses usuelles) le seul terme fonction de la vitesse dans l'expression du coefficient de transmission sera le coefficient de convection de l'air autour de la paroi extérieure des vêtements.

Les dernières recherches françaises et allemandes et en particulier les recherches théoriques de M. Lévêque tendent à mettre l'expression du coefficient de convection en fonction de la vitesse, sous la forme suivante :

$$f\ (V) = A\sqrt{V} + B\ V.$$

Dans le cas qui nous occupe et en raison des faibles valeurs de la vitesse admissible (inférieure à 5 m), nous simplifierons cette formule en la remplacant par une expression monôme de la forme : CV^n.

Les expériences de Ser réalisées sur des cylindres où la vitesse de l'air était parallèle à l'axe du cylindre ont conduit à admettre pour *n* la valeur 1/2, ce qui revien-

drait à supprimer le deuxième terme de l'expression précédente.

En ce qui nous concerne, il y a lieu de définir la direction de la vitesse par rapport à la position du corps. Il est bien évident que suivant que la vitesse sera dirigée parallèlement à l'axe du corps ou perpendiculairement, le coefficient de convection ne sera pas modifié dans la même proportion.

Dans l'hypothèse d'un homme debout, si la vitesse est verticale et dirigée de haut en bas, elle tendra au début à s'opposer à la convection naturelle et de ce fait, une faible vitesse descendante pourra avoir une action réductrice sur l'échange de chaleur. Lorsque cette vitesse deviendra plus importante, son action sera accélératrice sur la transmission.

Pour rester en accord avec les essais américains réalisés dans une sorte de couloir, nous supposerons, par la suite, que la vitesse de l'air est voisine de l'horizontale et dans ces conditions les expériences de Rietschel et les études de M. Lévêque sur un cylindre avec vitesse de l'air normale à l'axe, conduisent à prendre pour l'exposant de la vitesse une valeur voisine de 0,7 ou 0,8.

Le coefficient numérique C dépend évidemment de la forme du corps et de sa rugosité.

Dans ses expériences Ser trouvait les coefficients C de l'ordre de 18 pour des cylindres verticaux et de l'ordre de 8 pour un tuyau à ailettes verticales avec ailettes suivant les génératrices (vitesse parallèle à l'axe).

En ce qui concerne le cas des vêtements couvrant le corps humain, ce coefficient sera, *a priori*, relativement moins élevé du fait que le frottement est très important tant par la suite de la rugosité des vêtements que de leur irrégularité de forme.

Comme nous l'avons vu, le coefficient de rayonnement des vêtements et du corps devra peu varier en fonction

du degré hygrométrique de l'air et de plus, sera indépendant de la vitesse.

Si nous reprenons l'expression générale du coefficient de transmission du corps au milieu extérieur à travers les vêtements :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \cdots\cdots + \frac{1}{a_n} \qquad (1)$$

et que nous lui fassions subir les mêmes transformations que précédemment, nous lui donnerons la forme :

$$\frac{1}{k} = \mathrm{A} - \mathrm{B}_e + \frac{1}{r + \mathrm{C}\,\mathrm{V}^n}.$$

DÉTERMINATION DES COEFFICIENTS DE CETTE EXPRESSION

1° *Cas de l'air saturé* e = I.

$$\frac{1}{k_v} = \mathrm{A} - \mathrm{B} + \frac{1}{r + \mathrm{C}\,\mathrm{V}^n}.$$

Soit k_o le coefficient en air tranquille, T*o* la température thermométrique de l'air, T_v la température effective correspondant à cet air lorsqu'il est animé de la vitesse V.

Par définition même de la température effective :

$$k_o\,(37 - \mathrm{T}_v) = k_v\,(37 - \mathrm{T}_o)$$

$$\frac{k_o}{k_v} = \frac{37 - \mathrm{T}_o}{37 - \mathrm{T}_v}.$$

Les valeurs de cc rapport sont données dans le tableau I ci-dessous.

Tableau I

$\frac{37 - T_0}{37 - T_a}$	V	0 m, 20	0 m, 35	1 m, 1	1 m, 66	2 m, 78	3 m, 90
	10°	1	0,96	0,865	0,81	0,76	0,72
	16°	1	0,96	0,865	0,82	0,76	0,735
	21°	1	0,96	0,865	0,82	0,765	0,735
	27°	1	0,96	0,86	0,82	0,75	0,71
	Moy.	1	0,96	0,865	0,82	0,76	0,73

Pour déterminer les variables M, N, n et D de l'expression :

$$\frac{k_0}{k_v} = k_0 \left(A - B + \frac{1}{r + C\overline{V^n}} \right) = D + \frac{1}{M + N\,V^n}$$

il suffirait donc de 4 expériences.

En réalité, pour contrôler l'exactitude de notre hypothèse, nous vérifierons que les coefficients trouvés conviennent aussi pour de nombreuses autres expériences. Nous donnons, dans le tableau, ci-dessous, les valeurs de $\frac{k_0}{k_v}$ pour diverses vitesses et nous constaterons sa constance pour les températures comprises entre 8 et 30°.

En raison des inévitables mouvements du corps, ne seraient-ce que ceux de la respiration, la convection naturelle n'existe pas à proprement parler et pour des personnes vivant dans une atmosphère calme, V doit être pris égal à 0,20 (1) (Tableau I).

Ces équations surabondantes conduisent à une même expression :

$$\frac{k_0}{k_v} = 0{,}54 + \frac{1}{1{,}76 + 1{,}4\ V^{0{,}75}}.$$

(1) D'ailleurs lorsque la vitesse de l'air est faible (inférieure à 0 m 50), il importe de composer la vitesse réelle de l'air avec celle due aux mouvements du corps et à la convection naturelle pour avoir la valeurs de V à faire intervenir dans ses calculs.

2° *Cas de l'air non saturé.*

Comme nous l'avons vu, les variations de la température effective sont celles de la somme des variations de l'évaporation et de la transmission.

En appelant toujours k_o, le coefficient de transmission de l'air saturé au repos et k_{ve} le coefficient correspondant à de l'air au degré e et à la vitesse V :

$$k_o\ (37 - T_{re}) = k_{re}\ (37 - T_s) + E$$

Comme nous l'avons vu, E est indépendant de V et égal à $0{,}29\ k_o\ T_s\ (1 - e)$.

Donc l'expression précédente prend la forme :

$$\frac{k_o}{k'_{ve}} = \frac{37 - T_s}{37 - T_v - 0{,}29\ T_s\ (1 - e)}.$$

Pour vérifier à nouveau nos hypothèses, il est bon de faire des expériences surabondantes.

En réalité, pour mesurer le terme B de l'expression (1) il suffirait d'une expérience. Le tableau II relatif à de l'air à 20 % d'humidité montre bien la constance de :

$$\frac{37 - T_s}{37 - T_{re} - 0{,}29\,T_s \times 0{,}8}$$

lorsque T_s varie, la vitesse restant constante.

Tableau II.

$\frac{37 - T}{37 - T_{ve} - 0{,}232\ T_s}$ Air à 20 %	V	0 m, 20	1 m, 1	1 m, 66	2 m, 78	3 m, 90
	10°	1,09 (1)	0,965(1)	0,92 (1)		0,845(1)
	16°	1,1	0,975	0,935	0,87	0,85
	21°	1,115	0,98	0,945	0,885	0,865
	27°	1,115	0,98	0,945		
	Moy.	2,111	0,975	0,935	0,885	0,85

(1) Les valeurs un peu fortes trouvées pour 10° et 16° proviennent du fait qu'à ces températures faibles, l'expression $0{,}29\ T^e\ (1 - e)$ donne une valeur trop faible de l'évaporation. Si l'on avait pris au lieu de T_s les valeurs exactes de la tension l'écart aurait été très sensiblement réduit.

D'après l'équation (1) pour une même valeur de la vitesse :

$$\frac{k_v}{k'_{ve}} - \frac{k_0}{k_v} = \mathrm{B}\ (\mathrm{I} - e) = \mathrm{B}\ 0{,}8$$

pour :

$$e = 0{,}2$$

Les tableaux précédents montrent que ces quantités sont bien constantes et égales en moyenne à 0, 115 (1) d'où :

$$\mathrm{B} = \frac{0\ 115}{0\ 8} = 0\ 14$$

donc :

$$\frac{k_0}{k_{ve}} = 0{,}54 + 0{,}14\,(1 - e) + \frac{1}{1.76 + 1{,}4\ \mathrm{V}^{0{,}75}}$$

$$= 0{,}68 - 0{,}14\ e + \frac{1}{1{,}76 + 1{,}4\ \mathrm{V}^{0{,}75}}.$$

Par mesure de contrôle, nous pouvons déterminer la valeur de k_v, bien qu'elle nous soit inutile et que *son imprécision ne puisse avoir de conséquences sur la détermination de* T_e *qui ne dépend que de* $\frac{k_o}{k_{ve}}$.

Les mesures américaines tendent à : $k_o = 2{,}15$ d'où :

$$k_{ve} = \frac{1}{0{,}315 - 0{,}065\ e + \dfrac{1}{3{,}8 + 3\ \mathrm{V}^{0{,}75}}}$$

Le rayonnement $r = 3{,}8$ est bien en moyenne celui des étoffes. Quant au coefficient $f = 3$, il est peu élevé comme nous l'avions prévu, *a priori*.

---

(1) En réalité cette différence tend à s'accroître lorsque la vitesse croît. Cela tient à la variation du rayonnement *e*.

Pour tenir compte de cette variation il faudrait écrire le rayonnement sous la forme $\mathrm{A} - \mathrm{B}_e$. Dans le cas d'un homme habillé et pour les vitesses usuelles le terme B a peu d'influence sur la valeur de T_e. Il pourrait ne pas en être de même dans le cas où le rayonnement serait relativement important quant à l'ensemble des pertes.

Ces résultats concordent bien avec les productions calorfiiques humaines indiquées par Rietschel et Ludwig Diez.

La surface extérieure moyenne d'un adulte normalement habillé est de 2 m² 30 environ.

Sa température résultante de confort est 17° environ.

La transmission calorifique est donc au repos :

$$2{,}30 \times (37 - 17) \times 2{,}15 = 99 \text{ calories.}$$

Rietschel indique 96 calories et Dietz 100 calories.

Pour un travail normal la température résultante de confort est de 13° environ soit une transmission :

$$2{,}30 \times (37 - 13) \times 2{,}15 = 119 \text{ calories.}$$

Rietschel indique 118 cal. 5.

Pour un travail très fatigant, il est plus difficile de définir la température de confort, car l'intensité de ce travail dépend de la résistance physique de l'individu. On peut l'estimer à 7 ou 8° de température résultante, ce qui conduit à :

$$2{,}30 \times (37 - 7) \times 2{,}15 = 148 \text{ calories.}$$

Rietschel indique 140 calories et Dietz 200 calories. Ce dernier chiffre semble exagéré et ne pas devoir être retenu. Les sources de Rietschel (Expériences de Flügge et Paul, Études de Rübner et de Pettenkofer) méritent créance.

EXPRESSION DÉFITINIVE DE LA TEMPÉRATURE EFFECTIVE

L'expression de T_e en fonction de V, e, T_s (sous les réserves précédentes c'est-à-dire $R = T_s$) devient donc :

$$T_e = 37° - \frac{1}{0{,}68 - 0{,}14\,e + \frac{1}{1{,}76 + 1{,}4\,V^{0,5}} - 0{,}29\,T_s\,(1 - e)} (37 - T_s)$$

T_s étant exprimé en degrés centigrades.

La simplification de cette formule en supposant V = 0 m 20, conduit à la formule élémentaire trouvée précédemment :

$$\boxed{T_e = T_s - 0{,}4\ (T_s - 10)\ (1 - e)}$$

Comme exemple d'application de cette méthode qui peut être considérée comme générale, nous donnons ci-dessous la détermination de « l'équation calorifique » d'un homme nu jusqu'à la ceinture. Les résultats d'expériences du Laboratoire des Recherches ont été publiées dans les Bulletins de novembre 1926 et mai 1927 (A. S. H. V. E.).

1° Les températures effectives pour de l'air à 37° au thermomètre sec conduisent à admettre pour l'évaporation :

$$E = k_0 \times 0{,}315\ T_s\ (1 - e).$$

2° *a*) Pour l'air saturé le tableau des variation de $\frac{k_o}{k_v} = \frac{37 - T_s}{37 - T_c}$ est le suivant : (Tableau III).

Tableau III.

$\frac{37 - T_s}{37 - T_e}$	T_s	V	0,20	1,1	1,66	2,68	3,88
	10°		1	0,72	0,685	0,635	0,565
	16°		1	0,73	0,68	0,625	0,56
	21°		1	0,735	0,685	0,625	0,565
	27°		1	0,735	0,70	0,63	0,565
	Moy.		1	0,73	0,685	0,63	0,565

b) Pour l'air à 20 % les variations du rapport :

$$\frac{k_0}{k_{ve}} = \frac{37 - T_s}{37 - T_e - 0{,}25\ T_s}$$

sont indiquées au tableau suivant : (Tableau IV).

Tableau IV.

$\frac{37 - T_e}{37 - T_e - 0{,}25\ T_s}$ Air à 20 %	T_s	V	0,20	1,1	1,66	2,68	3,8
	10°		1,065	0,805	0,775	0,725	0,690
	16°		1.065	0,815	0,79	0,73	0,71
	21°		1,07	0,825	0,795	0,74	0,71
	27°		1,07	0,825	0,80	0,74	0,715
	Moy.		1,075	0,82	0,795	0,735	0,71

1° La résolution des premières équations conduit ponr l'air saturé à $\frac{k_o}{k_v} = 0{,}31 + \frac{1}{1{,}15 + V^{0,75}}$.

2° Pour l'air non saturé, on constate que la quantité $k_o \left(\frac{1}{k_v} - \frac{1}{k_{ve}}\right)$ n'est plus sensiblement constante. Cela doit, à notre sens, être attribué, d'une part à la variation du coefficient de rayonnement, qui au fur et à mesure que l'air et la peau se dessèchent, se rapproche de celui des corps gras, la pellicule d'eau superficielle disparaissant pour laisser place à la pellicule graisseuse de la peau elle-même (d'après Péclet, le coefficient de rayonnement de l'eau est 5,3 tandis que celui de l'huile est 7,24), d'autre part au fait déjà signalé que l'air humide étant plus absorbant que l'air sec, cet air humide s'échauffe et, rayonnant à son tour sur le corps, tout se passe comme si le coefficient de rayonnement du corps diminuait lorsque *e* augmente.

En établissant le même tableau pour d'autres valeurs

intermédiaires e, on obtient d'autres tableaux qui conduisent à des équations dont la résolution donne :

$$\frac{k_0}{k_{ve}} = \frac{1}{1{,}85 + 1{,}35\ e} + \frac{1}{1{,}53 - 0{,}37\ e + V^{0{,}75}}.$$

L'expression définitive de la température effective pour un travailleur nu jusqu'à la ceinture est donc :

$$T_e = 37^\circ - \frac{1}{\frac{1}{1{,}85 + 1{,}35\,e} + \frac{1}{1{,}52 - 0{,}37\,e + V^{0{,}75}}}\ (37 - T_s) - 0{,}315\ T_s\ (1 - e).$$

Les expériences américaines ont conduit à adopter pour température effective de confort, 16° pour un homme habillé et 23° pour un homme nu jusqu'à la ceinture.

Avec les hypothèses précédentes cela donnerait :

$$\frac{k_0 \text{ avec vêtements}}{k_0 \text{ nu jusqu'à la ceinture}} = \frac{14}{21} = \frac{2}{3}$$

d'où k_0 nu $= 3{,}2$. Cela donnerait pour :

$$\frac{1}{k_{ve}} = \frac{1}{5{,}9 + 4{,}3\ e} + \frac{1}{4{,}9 - 1{,}2\ e + 3{,}2\ V^{0{,}75}}.$$

Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, ces valeurs absolues n'interviennent pas dans l'estimation de la température effective, seuls les rapports des coefficients importent.

(*A suivre.*) A. MISSENARD.

LIVRES

Non, l'Allemagne n'a pas désarmé, par le lieutenant-colonel Reboul (1).

A la veille de la conférence sur le désarmement, le lieutenant-colonel Reboul, critique militaire du *Temps*, a tenu à renseigner l'opinion publique tant française qu'étrangère, sur la puissance militaire de l'Allemagne et sur ses possibilités de développement.

Dans le présent ouvrage, partagé en trois parties : l'histoire du désarmement de l'Allemagne, la situation militaire actuelle de ce pays, ses possibilités en vue d'un prochain conflit, l'auteur montre que depuis l'armistice jusqu'à nos jours, l'Allemagne a poursuivi inlassablement la reconstitution de ses cadres, de ses réserves instruites et de son matériel de guerre, en tournant constamment les clauses militaires du traité de paix grâce à la faiblesse des Alliés. Ceux-ci ont toléré les entraves de toutes sortes apportées à l'action des Commissions militaires interalliées de contrôle et ont fini par consentir à la suppression de ces Commissions tout en sachant d'une façon certaine, indiscutable, que l'Allemagne, sur bien des points, n'avait pas tenu ses engagements.

Actuellement le Reich prétend que, en raison de l'exécution des engagements pris par lui à Versailles, ses frontières sont ouvertes, son territoire est à la merci des voisins : il réclame, en conséquence, le désarmement général de toutes les puissances et, par une active propagande, arrive à déchaîner en France, une inquiétante vague de pacifisme.

Tout en reconnaissant les qualités que possède l'Allemagne et en souhaitant l'intervention d'une entente avec elle, il faut savoir qu'elle continue toujours à poursuivre des rêves de violence et que l'on n'a pas le droit de laisser exposer notre pays à en subir la réalisation.

Contribution à l'étude du nouveau Code de justice militaire, par Eugène Tulet, officier assimilé de justice militaire adjoint (2).

Le nouveau Code de justice militaire a apporté des modifications

---

(1) Charles-Lavauzelle. Prix : 15 fr.
(2) Berger-Levrault. Prix : 25 fr.

importantes dans l'organisation de la justice militaire, dans les règles de compétence et en matière de pénalités : aussi les ressources de la jurisprudence font-elles défaut quand il s'agit d'interpréter certains textes comportant quelques obscurités et rebelles à l'analyse par suite de l'imprécision des termes.

Ainsi peuvent naître des problèmes insoupçonnés qui laissent place aux opinions les plus divergentes.

Toutes ces difficultés sont longuement analysées et élucidées dans le présent ouvrage lequel, par sa valeur théorique et pratique à la fois, répond aux préoccupations des juristes militaires tout en constituant un guide parfait pour tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent à ces questions si importantes pour notre armée.

La question turque, par Mme B.-G. GAULIS (1).

Pour recueillir sur place même, aux sources du nationalisme turc, la documentation synthétisée dans le présent ouvrage, l'auteur a pénétré jusqu'à Angora aux heures tragiques des combats et lorsque l'élément européen ne comprenait que des prisonniers de guerre britanniques.

Après avoir mis en relief les événements principaux et montré ce que fut, entre 1919 et 1922, l'âge héroïque de la Turquie nouvelle, elle décrit son animateur et surprend en pleine action cette figure saisissante.

Elle montre ensuite la décadence rapide qui suivit la victoire, les fautes commises entre 1922 et 1931, déterminées par la tendance de Kémal à exagérer la modernisation du pays et à détruire toute tradition.

En raison des difficultés rencontrées par cette politique, celle-ci devient de plus en plus oppressive et paralyse l'activité du pays, dont les embarras financiers font revivre la corruption des fonctionnaires insuffisamment payés et favorisent l'expansion soviétique dont le danger constitue une nouvelle phase de la question d'Orient.

L'École Polytechnique, par la SOCIÉTÉ DES AMIS DE L'ÉCOLE (2).

Cet ouvrage a pour but de donner au grand public une idée exacte des réalités qu'il convient de substituer aux vagues con-

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 25 fr.
(2) Gauthier-Villars. Prix, relié : 80 fr.

ceptions que suggère le nom d'une des plus célèbres de nos grandes Écoles.

A cet effet, il débute par un historique où se trouve exposée notamment la part prise par l'École dans la vie politique de Paris.

Suivent : un chapitre consacré au fondateur de l'École, à Gaspard Monge, un chapitre exposant le rôle de l'École Polytechnique dans la nation française, ainsi que le but et le fruit de son enseignement, et la première partie se termine par une énumération des polytechniciens membres de l'Institut et une description de la vie des élèves à l'École.

La deuxième partie donne la biographie des anciens élèves qui se sont illustrés dans les diverses branches des sciences et des arts et dans les diverses carrières, Administration, armées de terre et de mer, services civils.

A la lecture de ce palmarès, un sentiment d'admiration reconnaissant se dégage à l'égard de l'École qui a formé un tel ensemble de citoyens faisant honneur à leur patrie.

Quand et comment Napoléon a conçu son système de manœuvre, par le général Gamon (1).

La présente étude continue la série d'ouvrages du même auteur sur la guerre napoléonienne, par l'examen des conditions dans lesquelles Bonaparte a élaboré le système de manœuvre qu'il a appliqué au cours de ses campagnes.

Elle montre que ce système est le fruit d'études acharnées sur les ouvrages militaires en renom de son temps : ceux de Frédéric II, Guibert, Bosroger. Elle prouve notamment que, contrairement à l'opinion de certains écrivains militaires, Napoléon ne s'était pas contenté de copier le maréchal Maillebois pour sa manœuvre initiale du Piémont et sa manœuvre de l'Adda en 1796 et que, au contraire, ces manœuvres correspondent entièrement au schéma que toutes les manœuvres ultérieures n'ont fait que répéter.

Cours d'électricité théorique professé à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par J.-B. Pomey, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (2). Tome III.

Le tome III de ce remarquable ouvrage est consacré aux déve-

(1) Berger-Levrault. Prix : 18 fr.
(2) Gauthier-Villars et Cie. Prix : 90 fr.

loppements de théorie mathématiques applicables dans les calculs relatifs à la T. S. F. et aux câbles téléphoniques.

Il débute par le rappel des notions générales relatives au champ électromagnétique et continue par l'étude de la propagation des ondes hertziennes, celle des diélectriques, l'exposé des principes du calcul tensoriel, de l'application du principe de la relativité, du théorème d'invariance des équations du champ électromagnétique. Suivent une introduction à l'étude du tenseur de Riemann Christoffel, l'étude des câbles téléphoniques à très grande distance, des lignes artificielles à constitution périodique, de la génération et la répartition du courant, et enfin des circuits électriques.

Le béton armé, par M. S. LEFOL, architecte en chef adjoint de la Ville de Paris et du Département de la Seine (1).

Sous forme d'un album contenant 71 planches, l'auteur a recueilli un ensemble de documents relatifs à l'exécution des travaux élémentaires en béton armé, fondations, poteaux, hourdis, planchers, poutres, pans de béton, charpentes, escaliers. De nombreux croquis de détail, d'ensemble et de ferraillage y voisinent avec de fort intéressants documents photographiques obligeamment communiqués par les entreprises les plus en renom.

Un fascicule annexé donne des indications complémentaires sur les divers genres de hourdis de planchers et sur de nouveaux systèmes de construction de charpentes et de murs en élévation.

Agenda Béranger 1932 (2).

Présenté sous forme d'un élégant carnet de poche dont le texte est complété par un agenda de deux jours à la page, ce petit aide-mémoire contient les matières ci-après : Renseignements généraux (P. T. T., poids et mesures, intérêts, tables numériques et trigonométriques, formules usuelles), travaux publics et bâtiment (résistance des matériaux, maçonnerie et béton armé, charpente et couverture, distribution des eaux, eaux usées), mécanique et thermodynamique, électricité et T. S. F., automobile, aéronautique, enfin l'agenda porte les dates de tirage de divers fonds d'État ou gagés par l'État, et des emprunts des colonies et protec-

---

(1) Librairie de l'enseignement technique, Léon Eyrolles. Prix : 70 fr.
(2) Librairie polytechnique Béranger. Prix, relié en simili cuir : 16 fr.

torats, département de la Seine, de la Ville de Paris et du Crédit Foncier.

Un combat de rencontre : Monthyon, par le commandant René Michel (1).

L'auteur examine en détail les conditions qui ont présidé à un combat de rencontre, où l'ennemi est soudain apparu sur un terrain inattendu et dans une direction imprévue, genre de combat rarement envisagé par les exercices de cadres qui se bornent trop exclusivement aux cas où l'ennemi occupe une position connue ou agit dans une direction connue.

Dans cet ordre d'idées, une riche source de renseignements est offerte par le combat de Monthyon où, chargé de couvrir l'armée allemande face au front nord-est de Paris et ne disposant pas de moyens de renseignements suffisants, le général von Gronau s'est décidé à attaquer pour préciser la situation.

C'est la 55e D. R. qui, se dirigeant sur ces objectifs sans prendre de mesures en vue du combat, s'est trouvée dans la ligne d'action ainsi déterminée; une fois engagée, elle s'est héroïquement immolée pour arracher la victoire à l'ennemi jusqu'alors triomphant.

Défense nationale française, par le général Becker (2).

L'auteur expose comment l'état de prospérité auquel est arrivé notre patrimoine national après la guerre, grâce à l'énergie et l'activité du peuple français, suscite l'envie des voisins, et montre les divers aspects de la menace qui en résulte pour sa sécurité.

L'efficacité des moyens de sauvegarde est examinée successivement : pacifisme, fortification, défense antiaérienne, forces mobiles; la conclusion est qu'il faut que ce qui sauvegarde notre patrimoine soit plus fort que ce qui le menace et que tout le monde soit au travail pour la réalisation de ce résultat.

I lavori da mina di campagna, par le capitaine du génie italien Attilio Izzo, docteur ès science (3).

Cet ouvrage fait suite à celui du même auteur, mentionné dans

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 20 fr.
(2) Berger-Levrault. Prix : 10 fr.
(3) Publications de la *Rivista d'Artiglieria et Genio*, via Astalli, à Rome. Prix : 12 lires.

la *Revue du Génie* de février 1931 et intitulé « Gli explosivi da mina ».

Il contient des indications succinctes sur les règles d'emploi des principaux explosifs utilisés, et traite de la rupture des ouvrages en bois, en métal en maçonnerie, de l'interruption des voies de communication, de la démolition d'ouvrages en ciment armé et enfin de l'emploi des explosifs comme obstacles en campagne.

Le tout est accompagné de comparaison des formules et méthodes employées dans les diverses armées étrangères et contient des renseignements du plus haut intérêt aussi bien pour les officiers du génie des autres armées que pour ceux de l'armée italienne.

Livrés à l'ennemi, par Ch. LUCIETO (1).

Sous forme d'un roman policier, l'auteur dépeint la reconstitution du commandement et du matériel de guerre allemand, ainsi que la collusion existant à cet égard avec le gouvernement soviétique.

Succès stratégique, succès tactiques, par le colonel L. LOIZEAU (2).

L'auteur montre que, si le succès stratégique suppose, comme condition première, des succès tactiques, un faisceau de ce dernier genre de succès orienté dans un sens quelconque ne suffit pas à assurer un succès stratégique.

Il en étudie à cet effet les exigences, du double point de vue de la logique et de la psychologie, en puisant dans les abondants matériaux que fournit à cet égard la Grande Guerre.

Débutant par un aperçu sur la pensée stratégique de von Schlieffen, l'auteur examine ensuite la stratégie de Moltke, Falkenhayn et Ludendorff et termine par quelques réflexions sur la conception et la méthode françaises qui, dans les quatre derniers mois de la guerre, assurèrent le succès stratégique de nos armes.

La 9e division en 1918, par le commandant PETITBON (3).

L'auteur, qui a appartenu au 3e bureau de la 9e division en 1918, fait une étude approfondie des problèmes tactiques qui se sont posés au commandant de cette grande unité et expose

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 15 fr.
(2) Berger-Levrault. Prix : 15 fr.
(3) Berger-Levrault. Prix : 15 fr.

en détail les solutions adoptées, le raisonnement qui a conduit à leur choix ainsi que les conséquences de leur exécution.

Placée sous le commandement de l'actuel chef d'État-major général de l'armée, la 9e division participa en mars 1918 aux opérations autour de Noyon, où elle arriva sur le champ de bataille en plein mouvement de repli des troupes britanniques; d'avril à juin, elle occupa un secteur défensif en Haute-Alsace; dans la deuxième moitié de juillet, elle prit part à la contre-offensive d'ensemble, et ensuite à de grandes opérations offensives débutant par le forcement de la Vesle et continuant par l'exploitation du succès jusqu'à la Meuse.

Le tout est narré de la façon la plus claire et la plus vivante par l'auteur qui a su mettre en relief les enseignements les plus instructifs.

Une préface a été accordée à cet ouvrage par le général Gamelin qui, en outre, a ajouté, à la fin du récit de chaque opération, des conclusions du plus haut intérêt.

EXTRAIT DE LA LISTE DES OUVRAGES ENTRÉS A LA BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE DE LA GUERRE PENDANT LES MOIS DE NOVEMBRE ET DÉCEMBRE (1) 1931

A. I. — *Sciences et arts militaires.*

A 1 a.

2158. — Perrier de La Bathie (P.), colonel d'artillerie breveté. — *De Descartes au général X...* Paris, Charles-Lavauzelle, 1926, in-8.

2159. — *Quel serait le caractère d'une nouvelle guerre?* Enquête organisée par l'Union interparlementaire. Paris, Delagrave, 1932, in-8.

A 1 b.

2801. — Asmann (Oberleutnant). — *Unser Reichheer.* Aufgaben Organisation Bekleidung, Ausrüstung, Stammtruppenteile. Leipzig, 1914, in-12.

A 1 g.

1692. — Culmann, général du cadre de réserve. — *La fortification permanente aux frontières.* Emploi stratégique, armement, formes techniques, occupation. 2e éd. Paris, Charles-Lavauzelle, 1931, in-8.

---

(1) Voir la suite page 103.

A 1 m.

2075. — Grasset (Colonel A.). — *Charges impériales.* Les empires coloniaux devant le problème du désarmement (Extr. de l'*Illustration*, 20 août 1931). Paris, Imp. de l'*Illustration*, 1931, in-8.

2078. — Gascouin (Général F.). — *Le triomphe de l'idée, 1914.* Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8.

2085. — Jamet (Albert), caporal d'escouade. — *La guerre vue par un paysan.* Préface de Jean Martet. Paris, A. Michel, 1931, in-8.

A 1 n.

71. — Decros (M.), ingénieur de l'aéronautique. — *Cours de technologie et fonctionnement des moteurs d'aviation* (texte et planches). Paris, L. Eyrolles, 1931, 2 vol. in-8 (École spéciale des Travaux publics).

A 1 o.

58. — Paillé (Commandant G.). — *Tirs spéciaux des mitrailleuses.* Tir repéré, tir masqué, tir par-dessus les troupes et dans leurs intervalles. Paris, Fournier, 1931, in-8.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 a.

196. — Maillard (André). — *Expédition du général romain Labiennus contre Lutèce en l'an 52 avant J.-C.* Étude apportant une solution entièrement nouvelle au problème de l'emplacement des camps et du lieu de la bataille. Paris, Jouve et Cie, 1931, in-8.

A 2 o.

683. — La Loge d'Ausson (Comte de). — *Yorktown, ou comment la France royale libéra l'Amérique.* Paris, A. Redier, 1931, in-8.

A 2 e.

3460. — Baer (C. H.). — *Der Völkerkrieg. Eine Chronik der Ereignisse seit dem 1. Juli 1914.* B. d. 22, 23, 24, 25, 26, 27. Stuttgart, J. Hoffmann, 1922, in-8.

4849. — Galet, général conseiller militaire du Roi pendant la guerre, chef d'État-major général de l'armée belge. — *S. M. le roi Albert, commandant en chef devant l'invasion allemande.* Préface de S. M. le roi Albert. Paris, Plon, 1931, in-8, cart.

4850. — Brémond (Général Ed.), ancien chef de la mission militaire au Hedjaz, administrateur en chef en Cilicie. — *Le Hedjaz dans la guerre mondiale.* Paris, Payot, 1931, in-8, cart.

4851. — Koeltz (Lieutenant-colonel L.). — *Le G. Q. G. allemand et la bataille de la Marne.* Paris, Payot, 1931, in-8, cart. croquis.

4852. — Gause (Fritz). — *Die Russen in Ostpreussen, 1914-1915.* Gräfe und Unser Verlag. Königsberg, 1931, in-8 cart., grav.
A 2 h.

2261. — Margerand (J.). — *Les aides de camp de Bonaparte, 1793-1804.* Paris, Bossuet, 1931, in-8, grav.

2264. — Paluel-Marmont et Fage (André). — *Pages choisies de nos grands chefs.* Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8.

B. — *Marine.*

B e.

535. — Kopp (Georges), télégraphiste du *Goeben.* — *A bord du* Goeben, *1914-1918.* Traduit de l'allemand par A. Jouan, capitaine de corvette. Paris, Payot, 1931, in-8.

536. — Feuga (Jean). — *L'*Emden, *croiseur-corsaire.* Paris, Lemerre, 1931, in-8.

C. — *Sciences.*

C 3 a.

397. — Boutaric (A.), professeur de la Faculté des Sciences de Dijon. — *Les colloïdes et l'état colloïdal.* Paris, libr. Alcan, 1931, in-8.

D. I. — *Sciences géographiques.*

D 1 n.

564. — Eddé (Jacques). — *Géographie de la Syrie et du Liban.* Troisième éd. revue, corrigée et augmentée. Beyrouth, Imp. cath., 1931, in-8, grav., cartes.

D 1 o.

325. — Weulersse (Jacques), agrégé de l'Université. — *Noirs et blancs à travers l'Afrique nouvelle : de Dakar au Cap.* Paris, A. Colin, 1931, in-8.

326. — Delavignette (R.). — *Les paysans noirs.* Récit soudanais en douze mois. Paris, Stock, 1931, in-8.

D 1 v.

514. — Meynier (Général) et Nabal (Capitaine). — *Guide pratique du tourisme au Sahara.* Paris, Soc. d'éd. géogr. mar. et col., 1931, in-12, grav., cartes.

515. — Abdallah Zehil. — *Petit Guide historique de la Syrie, la Palestine et l'Égypte.* Paris, P. Geuthner, 1931, in-8.

D. II. — *Sciences historiques.*

D 2 e.

2441. — Madelin (Louis), de l'Académie française. — *Une évolution tronquée. La nde.* Paris, Plon, 1931, in-8, grav.

D 2 k.

615. — Evain (Emmanuel), député de Paris. — *Le problème de l'Indépendance de l'Ukraine et la France.* Paris, F. Alcan, 1931, in-8.

D 2 l.

1197. — Gounelle (Capitaine Jean). — *Le problème de la Basse Vistule.* Dantzig et le corridor polonais. Strasbourg. Libr. universitaire d'Alsace, 1931, in-8.

D 2 n.

449. — Vandervelde (Émile). — *A travers la révolution chinoise. Soviets et Kuomintang.* Paris, Alcan. Bruxelles, l'Églantine, 1931, in-8, grav.

D 2 p.

459. — Le Bœuf (Capitaine). — *Historique de la conquête pacifique des territoires militaires de Tunisie.* Tunis, Imp. rapide, 1907, in-8.

500. — Rober-Raynaud. — *Prévost-Paradol avait raison* (Éditions coloniales). Paris J. Peyronnet, 1926, in-8, cartes.

D 2 q.

403. — Joseph-Renaud (J.). — *New-York flamboie.* Préface d'André Tardieu. Paris, Ed. Fasquelle, 1931, in-8.

D 2 s.

393. — Bonningue (Alfred), capitaine d'infanterie coloniale. — *La France à Kouang-Tchéou-Wan.* Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8.

394. — Maybon (Albert). — *L'Indochine.* Préface de M. Blanchard de la Brosse. Paris, Larose, 1931, in-8, 8 pl.

395. — Lesourd (Paul), archiviste paléographe. — *L'œuvre civilisatrice et scientifique des missionnaires catholiques dans les colonies françaises.* Paris, Desclée, de Brower et Cie, 1931, in-4.

396. — Norden (Hermann). — *A travers l'Indochine.* Traduit de l'anglais par B. Mayra. Paris, Payot, 1931, in-8, grav.

D 2 t.

2143. — Mordacq (Général). — *Le ministère Clemenceau. Journal d'un témoin.* Paris, Plon, 1931, in-8.

2241. — Troud (Jérôme). — *Charles Ier, empereur d'Autriche, roi de Hongrie.* Paris, Plon, 1931, in-8, gravures.

D 2 u.

1785. — Orsini (Emilia). — *Quinze ans au ministère de la Guerre. La vie féminine dans les bureaux.* Paris, imp. Alcan, 1931, in-8.

1786. — Huber (Dr Georges). — *Die französische Propaganda im Weltkrieg gegen Deutschland 1914 bis 1918.* Munchen Dr Franz. A. Pfeiffer, 1928, in-8, grav.

1877. — Boucard (Robert). — *Les dessous de l'espionnage allemand*. Paris, Ed. documentaires, 1931, in-8 ill.

1788. — Recouly (Raymond). — *Les heures tragiques d'avant-guerre*. Paris, la Renaissance du Livre, s. d., in-8.

1789. — Sforza (Comte). — *Dictateurs et dictatures de l'après-guerre*. Paris, Gallimard, 1931, in-8.

D 2 x.

165. — Schwob (René). — *Ni grec ni juif*. Paris Plon, 1931, in-8.

166. — Lhande (Pierre). — *Le Christ dans la banlieue. La croix sur les fortifs*. Paris, Plon, 1931, in-8.

F. — *Sciences économiques, administration, travaux publics.*

F 1 b.

843. — Gide (Charles) et Oualid (W.). — *Le bilan de la guerre pour la France*. Paris, les Presses universitaires de France, 1931, in-8.

A. I. — *Sciences et arts militaires.*

A 1 b.

2803. — Bernier (Paul), député, rapporteur de la loi. — *La loi d'un an*. Vers l'augmentation de la durée du service militaire. Vers le retour à une armée de métier? Paris Charles-Lavauzelle, 1931, in-8.

A 1 h.

2639. — Froment (Lieutenant A.). — *L'espionnage militaire et les fonds secrets de la guerre en France et à l'étranger*. Paris, F. Juven, s. d., in-16.

A 1 m.

2087. — Des Vallières (Jean). — *Tendre Allemagne. Kavalier Scharnhorst*. Paris, A. Michel, 1931, in-8.

2088. — Stellrecht (Helmut). — *Trotz allem*. Ein Buch der Front Munchen, J. F. Lehmanns, 1931, in-8.

2089. — T... (Oberleutnant Michel). — *La surprise. Die Uberraschung*. Traduction de C. Bernard. Paris, J. Tallandier, 1931, in-8.

A 1 n.

73. — Allard (Émile), directeur du Service technique de l'aéronautique. — *Cours d'aéronautique*. Paris, Dunod, 1932, in-4.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 e.

4855. — Aston (Major général Sir George). — *Secret Service*. Espionnage et contre-espionnage anglais pendant la guerre 1914-

1918. Traduit de l'anglais par H. DE COURTOIS. Paris, Payot, 1931, in-8, croq.

4856. — PLÜSCHOW (capitaine Gunther). — *L'aviateur de Tsingtau.* Mes aventures dans trois parties du monde. Traduit de l'allemand par L. LANOIX. Paris, Payot, 1931, in-8.

4858. — REVOL (Général L.). — *La victoire de Macédoine.* Contribution à l'étude de la guerre de montagnes. Préface du général JACQUEMOT. Paris, Charles-Lavauzelle, 1931, in-8.

4860. — BELLEUDY (Jules). — *Que faut-il penser du XV^e corps?* Préface du colonel GROS LONG. Menton, Imp. coopérative, 1931, in-8.

4861. — DROZ (A.). — *Avec les régimes de Belfort de Franche-Comté (août-sept. 1914).* Strasbourg, éd. de l'Alsace Française, 1931, in-4.

A 2 h.

2269. — DEIMLING (Berthold VON), général en retraite, ancien commandant de corps d'armée. — *Souvenir de ma vie (du temps jadis aux temps nouveaux).* Traduit de l'allemand par Louis SAUZIN. Paris, Montaigne, 1931, in-8.

C. — *Sciences.*

C 3 a.

219. — BOUASSE (H.), professeur à la Société des Sciences de Toulouse. — *Tourbillons. Forces acoustiques. Circulations diverses.* Paris, Delagrave, 1932, in-8.

398. — BARBY (Henry). — *T. S. F.* Nouveautés radiophoniques et postes secteurs. Conseils pratiques (4^e série). Paris, A. Michel, 1931, in-8, fig.

C 3 b.

268. — ROSTAND (Jean). — *L'état présent du transformisme.* Paris, Stock, 1931, in-8.

C 3 d.

100 (152). — ROZ (Firmin). — *L'évolution des idées et des mœurs américaines.* Paris, E. Flammarion, 1931, in-8.

D. I. — *Sciences géographiques.*

D 1 o.

327 (1). — AUBERT DE LA RUE (E.). — *Voyage d'exploration à l'île Heard.* Paris, Comité de l'Afrique française, 1930, in-8.

327 (3). — LABOURET (Henri). — *A la recherche d'une politique indigène dans l'Ouest africain.* Paris, Comité de l'Afrique française.

D. II. — *Sciences historiques.*

D 2 a.

162. — Capitan (L.), professeur au Collège de France et à l'École d'anthropologie. — *La préhistoire.* Éd. revue et augmentée par Michel Faguet. Paris, Payot, 1931, in-8.

163. — Gérin (René). — *Les hommes avant l'histoire.* Paris. Gauthier-Villars et Cie, 1930, in-8, grav.

164. — Bownan (Isaiah). — *Le monde nouveau.* Tableau général de géographie politique universelle. Adapté de l'anglais par Jean Brunhes. Paris, Payot, 1928, in-8.

D 2 h.

328. — Cohen-Portheim (Paul). — *Angleterre, Ile inconnue.* Traduit de l'allemand par Alice Guénoud. Paris, E. Flammarion, 1931, in-8.

D 2 l.

253. — Asselin (Henry). — *La Hollande dans le monde.* L'âme et la vie d'un peuple. Nouvelle éd. Paris, Perrin et Cie, 1931, in-8, grav.

D 2 k.

616. — Chambon (Henry de). — *La Lithuanie pendant la conférence de la Paix* (Annexes). 2e éd. Paris, Le Mercure Universel, 1931, in-8, carte.

617. — *Le problème de l'Est européen. La Pologne, la Russie et l'Ukraine.* Genève, Bulletin d'informations ukrainiennes 1931, in-8, carte.

D 2 p.

501. — Vanlande (René). — *Attention en Tunisie!* Après les lampions du cinquante. Paris, J. Peyronnet, 1931, in-8.

502. — Lehureaux (Capitaine Léon). — *Le nomadisme et la colonisation dans les Hauts Plateaux de l'Algérie,* Paris, Comité de l'Afriqué française, 1931, in-8, cart., grav.

506 (1). — Foucaucourt (J. de). — *Vade-mecum de l'automobiliste au Sahara.* Paris, Comité de l'Algérie-Tunisie, Maroc, 1931, in-8.

506 (2). — *Opinions françaises sur le Transsaharien.* Paris, Comité du Transsaharien, s. d., in-8.

506 (3). — *Le Transsaharien.* Paris, Comité du Transsaharien, 1931, in-8.

506 (5). — Augieras (chef d'escadrons). — *Chronique de l'ouest saharien, 1900-1930.* Paris, Comité de l'Afrique française, 1930, in-8.

506 (6). — Montagne (Robert). — *La vie sociale et la vie*

politique des Berbères. Paris, Comité de l'Afrique française, 1931, in-8.

507. — SICARD (Jules). — *Le monde musulman dans les possessions françaises : Algérie, Tunisie, Maroc, A. O. F.* 2e éd. Paris, E. Larose, 1931, in-8.
D 2 q.

404. — CAUVET (Commandant). — *Les Berbères en Amérique.* Essai d'ethnocinésie préhistorique. Nomenclature et examen des tribus homonymes des deux rives de l'Atlantique. Part des Berbères dans le peuplement de l'Amérique. Alger, J. Bringau, 1930, in-8.

405. — *Institut des études américaines. Initiation à la vie aux États-Unis*, par Comtesse M. DE BRYAS, M. CLAUDEL, C. CESTRE, J. COMPEYROT, B. CORMER, H. DUBREUIL, A. GAULIN, G. LECHERTIER, P. LYAUTEY, J. MILHAUD, L. RÉAU, H. ROUY, F. ROZ, A. SIEGFRIED, J. STROWSKI, A. VIALLATE. Préface de M. CHARLÉTY. Paris, Delagrave, 1931, in-8.

406. — KÉRATRY (Comte Émile de). — *L'Empereur Maximilien*, son élévation et sa chute, d'après des documents inédits. Leipzig, Duncker et Humboldt, 1867, in-8.
D 2 t.

1650. — POINCARÉ (Raymond). — *Au service de la France. Neuf années de souvenirs.* VIII : *Verdun 1916.* Paris, Plon, 1931, in-8, grav.
D 2 u.

1791. — CORNÉJO (Mariano H.). — *L'équilibre des continents*, avec une lettre de Raymond POINCARÉ. Paris, F. Alcan, 1932, in-8.

1792. — BOUCHARDON (P.). — *Ravachol et Cie*. Paris, Hachette, 1931, in-8.

E. — *Sciences philosophiques, législatives, politiques.*

E a.

336. — NICOLLE (Charles), directeur de l'Institut Pasteur de Tunis. — *Biologie de l'invention.* Paris, F. Alcan, 1932, in-8.
E c.

1167. — SALOMON (Henry). — *L'incident Hohenzollern.* L'événement, les hommes, les responsabilités. Nouv. éd. Paris, F. Alcan, 1932, in-8.

1168. — PICAVET (C. G.), professeur à la Faculté des Lettres de Toulouse. — *L'Europe politique de 1919 à 1929.* Paris, F. Alcan, 1931, in-8.

F. — *Sciences économiques, administration, travaux publics.*

F 2 b.

870. — DURAND (Louis). — *La voiture Peugeot.* Paris— L. Eyrolles, 1931, in-8.

872. — DENIS (Commandant). — *Cours de constructions mécaniques.* — Livre III : Préparation méthodique des travaux de constructions mécaniques. Paris, L. Eyrolles, 1931, in-8.

874. — LE TROCQUER (Yves), ancien ministre des Travaux publics. — *La route et sa technique.* Paris, F. Alcan, in-8.

G. — *Beaux-Arts. Arts et Métiers.*

G a.

116. — JALABERT (Denise), conservateur du musée de sculpture comparée. — *L'art normand au Moyen Age.* Paris, Renaissance du Livre, 1931, in-8.

H. — *Littérature.*

H a.

910. — JACOMY (Henry). — *Makono Coulibali.* Préface de Jean RENAUD. Perpignan, imp. de l'*Indépendant*, 1931, in-8, port.

913. — GUERLAC (Othon), professeur à Cornelle University. — *Les citations françaises.* Recueil de passages célèbres, phrases familières, mots historiques. Paris, A. Colon, 1931, in-8.

H b.

725. — *Dictionnaire de l'Académie Française.* Fasc. 11. Cap à Des. 8e éd. Paris, Hachette, 1931, in-4.

728. — BRUNEAU (Charles), professeur à la Faculté de Nancy, directeur des cours pour les étrangers de l'Université de Nancy. — *Manuel de phonétique pratique.* Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8.

729. — *Dictionnaire de la marine, polonais-français-allemand-russe.* Varsovie, Institut militaire, éd. Naukowo, 1931, in-4, grav.

BIBLIOGRAPHIE

Revues civiles

Le Génie civil. — 28 novembre. — Le centre d'émission radioélectrique de l'Administration des P. T. T. à Pontoise (S.-et-O.). — Le règlement de la Chambre syndicale française sur les constructions en béton armé et les prescriptions officielles étrangères. Le nouveau centre récepteur radioélectrique de Noiseau (S.-et-O.). — L'application du carbure de tungstène et du carbure de tantale aux travaux de fraisage sur fonte et sur acier. — La traction électrique sur routes. — Intégrateurs mécaniques à liaisons holonomes. — Influence du séjour en montagne sur la productivité de la pomme de terre. — Obtention par développement d'images négatives à grains fins. — Le remontage automatique des montres par l'utilisation des déplacements et des secousses (système Léon Hatot). — Arrêtés ministériels des 26 et 29 octobre 1931, concernant les mélanges carburants alcool-essence. — La fabrication des verres pour usages scientifiques, aux usines Parra-Mantois, du Vésinet (près Paris). — Détermination de la teneur en eau des carburants à base d'alcool. — Moyens d'éviter les surtensions dues aux décharges atmosphériques. — Le rôle des briquettes de lignites dans la production de l'électricité en Allemagne. — Les produits réfractaires magnésiens. — Débimètre « Romer » pour charbon et matières granulaires. — Mesure du pouvoir antidétonant des carburants. Le chauffage au moyen de l'équipement de réfrigération, du bâtiment de la Southern California Edison Cº, à Los-Angeles (Californie. E U.).

5 décembre — L'emploi du charbon actif pour l'épuration de l'eau destinée à l'alimentation des villes. — Voies ferrées pour automotrices montées sur pneumatiques — L'Exposition et la semaine de la Route (Paris, 3-14 novembre 1931). — Groupe électropompe centrifuge pour puits profonds système « Uta ». — Les vernis neutralisants; propriétés d'orientation de leurs molécules superficielles; polissage moléculaire.

12 décembre — Le pont en arc de 510 mètres sur le Kill van Kull. près de New-York. — Le carburant national. Produits de remplacement des essences de pétrole et des gas oils. — L'étude

d l'isolement phonique des constructions au moyen d'appareils de mesures électriques. — Les entreprises de production, de transport et de distribution de l'énergie hydro-électrique.

19 décembre. — Le XXVe Salon de l'Automobile. Véhicules industriels (Paris, 28 novembre-6 décembre 1931). — La stabilisation automatique des avions par les girouettes Constantin. — Le carburant national. Produits de remplacement des essences de pétrole et des gas oils.

26 décembre. — Le XXVe Salon de l'Automobile. Véhicules industriels (Paris, 28 novembre-6 décembre 1931). — Remarques concernant les boulons dits « indesserrables » et « auto-resserrables ». — Moteur thermique, système Malone, utilisant les dilatations d'un liquide. — Structure, fonctionnement et applications des condensateurs électrolytiques. — L'emploi du four électrique à résistances en métallurgie. — Les alliages aluminium-nickel. — L'emploi du chrome comme revêtement d'usure. — La substitution du gaz naturel à l'huile lourde, à la centrale Deepwater, de Houston (Texas, E. U.). — Réparation des arcs d'un pont en béton armé, par la méthode des injections. — Le creusement d'une galerie souterraine dans l'argile, au moyen d'un outil tranchant, à Détroit (Michigan, E. U.). — Les caractéristiques physiques de la parole et de la musique. — Déformations de la croûte terrestre qui précèdent les tremblements de terre.

La Construction moderne. — 6 décembre. — Recherche des sections de poutres par graphique.

13 décembre. — Recherche des sections de poutres par graphique.

15 janvier. — Le Salon d'automne. — Le problème des logements à Paris autrefois et aujourd'hui.

17 janvier. — Cité Siemensstadt à Berlin. — Eaux et matières résiduaires. — Salon d'automne 1931.

24 janvier. — Calcul rapide des pièces fléchies en B A.

31 janvier. — Le musée permanent des Colonies.

Revue des matériaux de construction. — Décembre. — Étude critique de quelques travaux sur l'hydratation des aluminates de calcium. — Le laitier de haut fourneau ciment ou pouzzolane. — Notes et recherches industrielles sur les séparateurs à air. — La semaine de la route. — L'industrie des agglomérés. — L'oxygène liquide.

Janvier. — Coefficient d'élasticité, résistance des bétons et rapport ciment-eau. — Étude critique de quelques travaux récents sur l'hydratation des aluminates de calcium. — In-

fluence de la vitesse d'application des charges croissantes dans les épreuves de compression sur les mortiers de ciment. — Sur la formation de Clinker se pulvérisant spontanément. — Action des eaux sulfatées sur le béton. — Valeur isolante de diverses sortes de murs.

Le Ciment. — Décembre. — Résistance des conduites enterrées aux surcharges du remblayage. — La pathologie des formes et sous-couches pour revêtements des sols et planchers des constructions. — La mise en œuvre des bétons : leur serrage automatique par vibration et pervibration. — Essais comparatifs de ciments à hautes résistances en béton à deux ans. — Emploi du béton et du béton armé aux colonies.

Le Constructeur de ciment armé. — Décembre. — Murs de soutènement et de quais soutenus par des plaques d'ancrage. — Calcul d'une poutre supportant une charge ogivale. — Méthodes de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales. — La décomposition du béton et sa protection par des enduits.

Janvier. — Calcul des fondations en béton armé reposant sur un sol élastique. — Les petites difficultés de calcul du ciment armé. — Méthode de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales.

La Technique sanitaire. — Novembre. — Installation d'épuration des eaux d'égout par les boues activées à l'usine de Bois-Colombes. — Visite de l'usine élévatoire de la ville de Paris à Saint-Maur. — Les eaux de Paris. — Établissement des eaux du service des machines de la ville de Paris.

Janvier. — De la guerre chimique et du rôle du technicien hygiéniste dans la protection des populations civiles. Hydrologie, Statigraphie. — La question des eaux potables à La Rochelle. — Emploi du chlore gazeux dans les traitements de la stérilisation. — Les conceptions actuellles sur l'organisation générale du service des eaux des grandes villes.

Revue générale de l'Électricité. — 5 décembre. — Le centenaire de la découverte de l'induction électromagnétique (Londres, septembre 1931). — Déformations des anneaux circulaires minces sous l'action des forces radiales. — Le diagramme de la protection différentielle. — Les précautions à prendre contre les dangers dus aux courants électriques dans les mines et les usines métallurgiques. — Les interrupteurs à expansion; disjoncteurs pour haute tension sans huile à grande capacité de rupture.

12 décembre. — Faraday découvreur. — Les hypothèses et les théories chez Faraday. — Sur un système électrique auto-

entretenu utilisant un tube à néon. — Précautions à prendre dans l'équipement des ponts roulants au point de vue électrique. — Coups de foudre directs sur les lignes de transmission. — L'effet du molybdène sur les aciers à teneur moyenne en carbone et contenant de 1 à 2,5 % de manganèse. — L'adaptation du cracking aux besoins européens.

19 décembre. — Méthodes d'essais pour isolateurs à haute tension. — Expériences sur l'accumulateur au plomb. — L'amplification des courants des cellules photoélectriques. — Les usines hydroélectriques de Brommat et de Sarrans de la Société des Forces motrices de la Truyère. — Moteurs électriques à arbre vertical dans les stations de pompage publiques et industrielles. — Moteurs synchrones pour applications spéciales. — Le démarrage des moteurs avec induit à cage d'écureuil. — Régulateurs automatiques de température. — La soudure à l'arc dans la construction des bâtiments. — L'électrochimie des colloïdes, ses applications industrielles.

26 décembre. — Variations thermiques de l'aimantation intrinsèque et propriétés associées des substances ferromagnétiques. — L'aimantation et l'effet magnétocalorique. — Les usines hydroélectriques de Brommat et de Sarrans de la Société des Forces motrices de la Truyère. — Le disjoncteur ultrarapide à impulsion. — Le moteur asynchrone synchronisé. — Le développement de la technique des ondes courtes. — Efficacité et fonctionnement du montage push-pull dans les amplificateurs à basse fréquence.

2 janvier. — M. Paul Boucherot, officier de la Légion d'honneur. — Note sur les décisions prises par la Sous-Commission des Grandeurs et Unités électriques et magnétiques de la Commission électrotechnique internationale à la réunion de Londres de septembre 1931. — La chute de tension cathodique dans l'arc. — Les sous-stations et le réseau de distribution de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité. — Essais contrôlés d'appareils destinés à rendre inoffensives les lignes électriques rompues. — Communication de l'Union des Syndicats de l'Électricité. — Théories de la décharge de la foudre et des ondes mobiles.

9 janvier. — Le champ électromagnétique, champ de forces d'inertie de l'éther considéré comme une discontinuité de l'espace à quatre dimensions. — Synthèse de l'aurore polaire. — Câbles à haute tension à plusieurs conducteurs toronnés isolés au papier imprégné. — Les sous-stations et le réseau de distribution de la Compagnie parisienne de Distribution d'Élec-

tricité. — Cellules photoélectriques et leurs applications : protection contre les gaz nocifs. — Sur la théorie du rayonnement. — Le mouvement d'un électron de Dirac dans un champ magnétique. — L'analyseur différentiel, nouvelle machine à résoudre les équations différentielles. — Sur la mesure des grandes résistances par la méthode du pont. — Mise à la terre de protection et mise à la terre du neutre dans les installations à basse tension. — Le diagramme du cercle et le schéma équivalent de la machine asynchrone correspondant à ce diagramme. — Moteurs triphasés à cage d'écureuil à grand couple et faible courant de démarrage. — Moteurs asynchrones synchronisés. — Le système à bande latérale élargie pour les liaisons radiotéléphoniques à ondes courtes.

16 janvier. — Sur les méthodes et les problèmes de la mécanique ondulatoire et de la mécanique quantique. — Rapports sur l'état des recherches sur les isolants. — Construction et fonctionnement d'un voltmètre de crête à haute tension à tube au néon. — L'influence de la capacité de grille et plaque de la lampe détectrice dans les postes de réception de radiocommunication sans réaction. — Les sous-stations et le réseau de distribution de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité. — Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes de brûlures par l'électricité en attendant l'intervention du médecin. — Les ions électrolytiques d'après les théories récentes. — Les applications des rayons X dans l'industrie. — Sur les éclairs fulgurants ascendants. — La mesure de la température. — Câbles en aluminium à âme d'acier. — Les domaines des fréquences audibles de la musique, de la parole et du bruit. — Parasites atmosphériques à fréquence élevée. — Récepteur à trois lampes avec filtres passe-bande et pentode de sortie. — Emploi des lampes à filaments de carbone comme résistances. — La soudure automatique, avec l'arc, à charbons.

23 janvier. — Puissance active ou puissance réactive. — Sur les méthodes et les problèmes de la mécanique ondulatoire et de la mécanique quantique. — La superposition d'un réseau complémentaire à courant alternatif au réseau à courant continu de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité. — Transformateur d'excitation pour la bobine d'absorption d'une installation de redresseurs. — Les alliages de nickelchrome. — Isolants minéraux.

30 janvier. — A propos des règles d'unification du matériel électrique. — Excès momentané de couple pour les moteurs

à induction polyphasés. — Remarque au sujet des transformateurs à plusieurs enroulements : solution graphique d'un problème relatif au transformateur, à trois enroulements. Sur la réalisation des machines électrostatiques. — La résistivité thermique des diélectriques solides. — L'appareillage cuirassé des postes du réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité. — Électrification des hameaux et des fermes isolées dans les réseaux ruraux de distribution d'énergie. — Relation entre l'effet de couronne et la nature de la surface des conducteurs. — Câbles à huile fluide pour les très hautes tensions, système Pirelli. — Dispositifs de protection sélective pour lignes électriques. — Isolateur à bain d'huile. — Perfectionnements aux dispositifs de démarrage des moteurs monophasés. — Perfectionnements aux transformateurs.

L'Industrie électrique. — 25 octobre. — Applications de l'électricité à l'étude de l'isolement phonique des matériaux et des bâtiments. — Les procédés modernes de nickelage et de chromage. — Quelques caractéristiques de thyratrons. — L'oreille électrique.

25 novembre. — L'électrification des chemins de fer suisses. — La soudure électrique.

10 décembre. — Adaptation des salles de spectacle aux films parlants et sonores. — La soudure électrique.

15 décembre. — L'action des tensions électriques sur les diélectriques. — Ligne aérienne à 100.000 volts de Ternitz à Vienne. — La soudure électrique. — Le secret des transmissions télégraphiques et radiotélégraphiques. — Action remarquable de la d'Arsonvalisation diathermique à distance. — Triode démontable de 150 kw. — Sur l'hydrose du sulfate de cuivre. — Sur le rôle de l'eau dans les piles photovoltaïques. — Absorption des ondes ultra-sonores par l'eau.

10 janvier. — Les applications de l'électricité et ses développements en Argentine. — Les poteaux en bois pour canalisations à haute tension. — Les accidents dus à l'électricité et les moyens actuels de secours.

25 janvier. — L'appareillage électrique cause d'accidents dans les installations industrielles et domestiques. — Le Métropolitain de Paris.

Recherches et Inventions. — Décembre. — Notes et observations de la Commission de Fumivorité.

Janvier. — Rapport sur l'activité de l'Office National des Recherches scientifiques et industrielles et des inventions.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie natio-

nale. — Novembre. — Procédé d'impression mécanique des eaux fortes, pointes sèches, héliogravures, etc., en noir et en couleurs, en une seule passe. — La lampe « Superdualix » à deux filaments et à coupelle. — Quelques enseignements de l'Exposition coloniale internationale de Paris 1931.

Décembre. — Insecticides et vermicides. Le pyrèthre et ses applications. — La crise des métiers d'art. — La marqueterie. — Le redressement et la restitution des photographies aériennes. — L'installation frigorifique de l'équipage de radiologie de la Compagnie du Chemin de fer du Nord.

Janvier. — Influence de la température et de l'humidité sur le métabolisme et sur le rendement de la machine vivante. — L'industrie du raffinage des pétroles dans ses rapports avec l'industrie des moteurs. — L'autoscope G. T., appareil de projection pour vues fixes, avec commande à distance et à haut rendement lumineux, pour conférences et publicité. — L'économie agricole danoise envisagée en vue d'une meilleure économie en Thiérache. — La crise économique mondiale.

Procès-verbaux des séances de la Société des Ingénieurs civils. — 11 décembre. — L'état actuel des turbines hydrauliques et pompes centrifuges. — Leurs modalités d'emploi et leur utilisation.

8 janvier. — La structure micrographique des métaux et alliages, la spectrographie aux rayons X, la structure atomique.

22 janvier. — L'essorage et le séchage mécanique des charbons fins.

Arts et Métiers. — Décembre. — La valeur des recherches dans l'industrie. — Traitement thermique de l'acier mi-doux forgé. — Les caoutchoucs et leur résistance aux huiles. — Le nickel et son emploi en additions dans les aciers et dans les fontes.

Janvier. — Électrostatique, travaux de M. le professeur Chaumat. — Paris, port de mer. — La vitesse au bureau d'études.

Revue de Métallurgie. — Novembre. — Propriétés mécaniques du cuivre. — Facteurs de sécurités méconnus résidant dans la qualité et les procédés de transformation des métaux légers. — L'étude expérimentale des poutres à assemblages rigides par une méthode de vibrations forcées.

Revue de la Soudure autogène. — Décembre. — Les générateurs d'acétylène à haute pression. — La consommation mondiale de carbure de calcium. — La ferronnerie d'art moderne. — L'application de la soudure oxyacétylénique dans la charpente métallique.

Janvier. —A propos de la vitesse d'exécution des soudures. — La soudure des aciers inoxydables.

Revue générale des Chemins de fer. — Décembre. — Les nouvelles voitures métalliques pour grandes lignes étudiées par l'Office central d'Études de matériel de chemin de fer. — Chemins de fer coloniaux : Afrique équatoriale française, Cameroun, Côte des Somalis. — Transport de transformateurs électriques par voie ferrée. — Profilés en aluminium.

Janvier. — Locomotive à haute pression avec appareil évaporatoire, système Schmidt. — L'œuvre du génie militaire dans les chemins de fer coloniaux.

Annales des Mines. — Août. — L'industrie minière en Afrique méridionale.

Septembre. — L'inflammation du grisou par les chasses d'air comprimé.

Octobre. — La prospection séismique du sous-sol.

Novembre. — La prospection gravimétrique du sous-sol.

Annales des Ponts et Chaussées. — Novembre-Décembre. — Note sur les nouveaux quais à grande profondeur du bassin de ramée du port du Havre. — Reconstruction du pont du Teil, sur le Rhône. — Le béton armé et ses hypothèses. — Étude expérimentale des phénomènes de flexion simple sous l'action de forces progressivement croissantes. — Compte rendu du concours d'appareils chasse-neige organisé par le T. C. F. en février 1931.

La Nature. — 15 décembre. — L'énigme de l'aurore boréale : théories scandinaves et expériences allemandes. — La vision chez l'insecte. — Les vides élevés. — Les essais aérodynamiques. — Le laboratoire parisien des rats. — Des appareils électriques pour la détermination des constantes acoustiques. — La radiophonie pratique.

1er janvier. — Les catapultes à avion en Angleterre. — Un nouveau procédé photographique de reproduction de documents. — Les voilures tournantes, autogires et hélicoptères. — Taroudant reine du sous. — Nouveau système acoustique pour phonographes. — Des machines pour l'entretien des voies ferrées.

15 janvier. — Production actuelle du radium. — L'organisation de la météorologie. — Les locomotives électriques françaises. — Les applications de la cellule photoélectrique. — Hydravions à coque ou à flotteurs. — Les rayons ultra-violets.

Revue d'Hygiène. — 12 décembre. — Le cancer et les traumatismes. — La ballotte ou gland doux dans l'alimentation de l'homme au Maroc.

Janvier. — Épidémie de peste pulmonaire de Condé-Smendou (janvier 1931). — La législation sanitaire de la France. — La

verdunisation des eaux. — La vaccination antidiphtérique.

Chaleur et Industrie. — Décembre. — Les moteurs rapides à injection directe pour l'automobile et l'aviation. — Le rôle de l'alcool dans la constitution des carburants nationaux, métropolitains et coloniaux. — L'aménagement des chutes d'eau et les turbines hydrauliques. — Le matériel de l'industrie thermique : le Kieselguhr.

Janvier. — Recherche des causes d'accident des tubes de surchauffeurs. — Les dépoussiéreurs hydrauliques des Centrales de Valenciennes et de Lourches. — Recherches expérimentales sur l'écoulement des gaz à travers les orifices en mince paroi. — Les moteurs rapides à injection directe pour l'automobile et l'aviation. — A propos du chauffage aux combustibles liquides.

Annales des P. T. T. — Novembre. — La station radiotélégraphique de Pontoise. — Pylônes à haubannage réduit. — Le téléphone à la disposition des voyageurs de chemins de fer.

Décembre. — L'utilisation des ondes radioélectriques pour la signalisation maritime (radiophares, radioalignements, dispositifs divers). — L'aviation postale dans les relations franco-coloniales. — Les avis nouveaux du C. C. I. sur l'établissement, le réglage et la surveillance des circuits spéciaux utilisés pour le relais des émissions radiophoniques. — Une fréquence-mètre à quartz piézoélectrique avec modulation synchrone. — Propagation des courants de haute fréquence polyphasés le long des lignes de transport d'énergie et de protection sélective des réseaux électriques.

Janvier. — La gestion des magasins dans les grandes entreprises. — Note sur les bruits et leur mesure. — Les accidents dus à l'électricité et les moyens de secours actuels. — Premiers essais d câble chargé en France. — Compte rendu des travaux et étude du Laboratoire national de radioélectricité présenté au Consei supérieur du Laboratoire.

La Technique des Travaux. — Janvier. — A la conquête d'une province : Les travaux d'assèchement du Zuiderzée. — Le transport et la mise en place du béton fabriqué d'avance. — Construction des murs-digues du canal Albert dans la traversée d Haccourt-Lixhé près de Visé (Belgique). — La consolidatio du terrain par injection. — Application graphique du princip de Maxwel de réciprocité des déformations élastiques à l'étu des poutres à béquilles.

La Technique moderne. — 1er janvier. — Le graissage des co presseurs d'air. — Incidents dans les installations d'air co primé. — L'exploration de la stratosphère par avion. — L'e

lèvement des cendres, scories et mâchefers dans les chaufferies. — L'agrandissement de la gare de l'Est. — La reprise en sous-œuvre des fondations de l'école Colbert. — Régulateur de tension à tubes électroniques pour alternateurs. — Le propulseur hydrodynamique Voith-Schneider. — Un nouveau type de moteur électrique immergé pour pompe d'exhaure. — Suppression des perturbations radiophoniques. — Les recherches entreprises par les Chemins de fer du Nord à l'effet d'accroître la puissance des locomotives à vapeur. — Contrôle impératif électrique des aiguilles de chemins de fer, circuits des voies, contrôle d'allumage des signaux.

15 janvier. — La centrale de Vitry-Sud de l'Union d'Électricité. — L'agrandissement de la gare de l'Est. — Les possibilités actuelles des moteurs Diesel à quatre temps et à deux temps suralimentés. — Commandes à engrenages du dirigeable Graf-Zeppelin. — Production d'une atmosphère réductrice dans les fours électriques. — Séparateur cyclone pour charbon pulvérisé. — Fabrication d'un gaz d'éclairage par mélange de différents gaz combustibles. — Amélioration de la commutation au moyen de rainures hélicoïdales tracées à la surface des bagues ou des collecteurs. — Redresseurs à vapeur de mercure à cathode incandescente. — Les aciers à outils et leurs applications. — L'état actuel des pompes hydrauliques et centrifuges. — Les alliages chrome-nickel-fer. — Obtention d'images négatives à grains fins par développement. — Protection contre l'incendie des feux d'origine électrique et des feux d'hydrocarbures. — La grue « Passe-Partout » de 2,5 et 5 tonnes.

Revues étrangères

Bulletin belge des Sciences militaires. — Décembre. — Les opérations de l'armée belge pendant la campagne 1914-1918 (relation succincte). — L'armée belge sur le front Mer du Nord —voie ferrée Ypres—Staden (26 mars-17 avril 1918). — Pages d'histoire de l'armée belge au cours de la guerre 1914-1918. — La défense de la redoute de Dorpveld (29 septembre-2 octobre 1914). — Les Acropoles ou la fortification permanente dans l'antiquité. — L'instruction provisoire française sur le service en campagne. — Aide-mémoire du chef de groupe, des chefs d'équipe et équipiers, en ce qui concerne le groupe ou combat offensif.

Janvier. — Les opérations de l'armée belge pendant la campagne 1914-1918 (relation succincte). — La période de stabilisation.

— La bataille de Merckem (avril 1918). — Pages d'histoire de l'armée belge au cours de la guerre 1914-1918. — Un épisode. de l'historique du 1er carabiniers : Drie Grachten (avril 1915), — La bataille du Kemmel (avril 1918).—Un quartier général de division d'infanterie à l'œuvre pour une prise de position, au cours d'un débarquement de chemin de fer. — Les Acropoles ou la fortification dans l'antiquité. — Procédés de mise en parallélisme d'une batterie de mitrailleuses. — Le problème de Pothenot résolu à l'aide de la règle seulement. — L'alimentation et la lubrification des véhicules à traction mécanique. — Les graphiques.

The Royal Engineers Journal. — Septembre. — La mécanisation et le génie divisionnaire. — Souvenirs d'un officier subalterne durant la révolte des Cipayes. — Ingénieurs ou pionniers? — Les-campagne; de Malborough.—Le parc de ponts de bateaux. — Épreuves-types de l'instruction des travaux de campagne. — Les officiers sapeurs dans la guerre. — Les appontements dans les débarquements de vive force. — L'évolution de l'attaque. — L'instruction dans la compagnie du génie. — Démolition d'une briqueterie. — Quelques notes sur l'art du conférencier. — La grue de 105 tonnes pour chemin de fer.

Décembre. — La mécanisation et le génie divisionnaire. — Souvenirs d'un officier subalterne pendant la révolte des Cipayes.—Préparation de la jetée pour chalands de Shoeburyness. — Le caisson en acier modèle Roorkee. — Le principe des opérations combinées (armée de terre et de mer). — La tentative transatlantique. — Continuation des expériences de fonçage de pilots en béton vibré. — Les principes et la pratique du graissage des automobiles. — Deux officiers subalternes du génie au Thibet. — Construction de ponts sur la route de Chitral. — Expérience sur le camouflage contre l'observation aérienne. — Lancement d'un pont-route démontable, renforcé pou · voie ferrée.

The Military Engineer (U. S. A.). — Janvier-Février. — Les troupes du génie dans la guerre du Mexique. — Construction d'u ines d travail de l'acier. — Le projet d'endiguement du Zuyderzée. — Nouveau théodolite pour triangulation primaire. — La purification de l'eau dans le Middle West. — La défense de la Défense. — Le camouflage et la photographie aérienne. — Comparaison entre les instruments topographiques à foyers intérieurs et extérieurs. — Production d'énergie au moyen des déchets. — Les symptômes et les causes. — Les caissons de fondation ouverts de Chicago. — Quelques idées erronées

concernant l'Alaska. — Avec la flotte de la Mer Noire. — Une intéressante situation dans l'Inde. — La radio-transmission. — Vers Bucharest après l'armistice. — La surveillance de la fabrication du béton à Akron Ohio. — Quelques vérités concernant la Russie. — Établissement de la carte des îles Hawaï. — La photographie des phénomènes rapides au moyen d'un appareil spécial à film.

Bellona (Pologne). — Novembre-décembre. — Avant la première Conférence du désarmement. — Le principe de la liberté d'action du chef comme principe fondamental de la tactique.— Esquisse d'une opération de débarquement de vive force considérée comme action commune de l'armée de terre et de mer.

Revue militaire technique polonaise. — Septembre. — Les mines comme moyen de défense anti-tank. — Le train-dispatching système. — Les nouvelles tendances dans la construction des triodes. — La presse technique et l'enseignement technique. — Sur l'action des chars contre les chars. — Les chars allemands pendant la grande guerre. — Le transpercement des cuirasses par les projectiles. — L'automobile électrique. — Les considérations soviétiques sur l'emploi des chars dans l'attaque. — L'industrie automobile en Allemagne. — Les missions et les valeurs spéciales des trains blindés. — Le coefficient tactique des chars.

Octobre. — Le train-dispatching système du point de vue technique et militaire. — La place des sapeurs dans les colonnes de route. — Les câbles téléphoniques. — La conférence du Comité consultatif international de radioélectricité en 1931. — Le char Christie. — La signalisation optique dans les autos blindées. — Les moyens auxiliaires de Commandement d'une colonne automobile.

Rivista di Artiglieria e Genio. — Décembre. — L'aviation et l'artillerie. — Passerelles transformables. — Quelques appareils accessoires de l'écouteur Göerz. — Considérations sur la défense contre avions. — Quelques travaux de circonstance exécutés pendant la grande guerre.

Janvier. — Synthèse de l'emploi du génie. — L'emploi du brouillard artificiel dans les opérations de guerre. — Renseignements sur l'artillerie française.— Sécurité et possibilités de tir. — Le déploiement de l'artillerie austro-hongroise lors de la percée de Plezzo-Tolmino (24 octobre 1917).

Rivista Militare Italiana. — Décembre. — Notre guerre, du point de vue de la littérature autrichienne et allemande. — Le bataillon de mitrailleurs. — Notes sur la guerre greco-turque 1919-1922.

Janvier. — La manœuvre du Métaurus. — Le tir des mitrailleuses lourdes par-dessus les troupes amies. — Les coalitions et la question du Commandement unique. — La dernière victoire de l'armée italienne.

La Guerra y su Preparacion (Espagne). — Septembre-octobre. — L'aide de la Société des Nations à l'un de ses membres en cas d'agression. — La nouvelle loi de recrutement de l'Union des Soviets russes. — La construction du nouveau zeppelin L. Z. 129 et son intérêt au point de vue militaire. — Emploi tactique des unités de lance-bombes. — Nouveaux modèles de chars de combat, de la maison Landsverk, en Suède. — Le service automobile de l'armée italienne.

Novembre et décembre. — Quelques considérations sur la première année de la guerre de 1914-1918 sur le front occidental. — La coopération de l'aviation et de l'armée de terre. — L'artillerie divisionnaire.

Memorial de Ingenieros del ejercito (Espagne). — Novembre. — Caractéristiques des locomotions modernes. — Déformations des réseaux triangulés. — Les enseignements de l'histoire de l'industrie pétrolifère. — L'amélioration du record de vitesse. — Attaques aériennes à faible altitude contre les bases navales. — Les derniers croiseurs américains.

Décembre. — Caractéristiques des locomotions à vapeur. — L'aérostation moderne. — L'action des ingénieurs militaires durant les grèves de Gijón. — L'influence de l'altitude du terrain et du vent dans le décollage de l'avion — Fort anti-tanks.

Revista Militar del Peru. — Octobre. — Réorganisation de l'armée espagnole. — Considération sur la guerre et consolidation de la République.

Novembre. — La caserne éducatrice de l'Indien. — La modernisation de notre artillerie. — L'indiscipline et la manière de la redresser.

Décembre. — Considérations générales sur la guerre du Pacifique. — Éléments de radiotélégraphie.

Revista Militar Brasileira. — Juillet à septembre. — Localisation d'une source sonore par le moyen d'abaques de cercles concentriques. — La conservation et les incidents de fonctionnement du fusil-mitrailleur Hotchkiss.

Memorial del Ejercito de Chile. — Octobre. — L'attaque principale doit-elle se faire par les vallées ou par les hauteurs. — Les chars de combat, organisation des unités et conditions d'emploi. — Organisation de l'école du génie militaire. — Les procédés d'hydrogénation du charbon minéral et la convenance de les appliquer au Chili.

Schweizerische Monatschrift für Offiziere (Suisse). — Décembre. — Notre matériel d'artillerie satisfait-il aux exigences d'un canon moderne de campagne. — Rencontres avec Clausewitz. — Observations sur l'ouvrage du colonel Bircher concernant la bataille de Virton-Ethe-Bleid le 22 août 1914.

Janvier. — La transformation de nos équipages de pont. — Notre matériel d'artillerie satisfait-il aux exigences d'un canon moderne de campagne. — L'armée de Gustave-Adolphe. — Le combat des tirailleurs de la Garde russe au Bois Carré. — A chacun sa part de gloire : Joffre et Galliéni à la bataille de la Marne. — La fin de l'offensive des puissances centrales contre l'Italie en 1917.

Vereeniging ter Beoefening van de Krijgswetenschap (Hollande). — 1931-1932. — Le maintien de notre neutralité par notre force armée des Indes néerlandaises.

1931-1932. — L'apparition de grandes unités motorisées, le combat, l'organisation souhaitée pour notre grande unité motorisée.

De Militaire Spectator (Hollande). — Décembre. — Les grandes opérations de 1914 sous la conduite d'un « Schlieffen ». — L'amélioration des conditions d'instruction de l'infanterie. — La bataille de Varsovie. — Un nouveau système de défense contre les tanks.

Janvier 1932 (numéro du centenaire de la *Revue*). — La conférence du désarmement. — La contre-attaque. — La défense de Sauvillers. — Notre groupe de reconnaissance dans la défensive.

Tidskrift i Fortifikation (Suède). — 5e cahier. — Le système duplex sur les lignes téléphoniques. — L'état-major du génie et ses travaux au cours de l'année. — La composition du bataillon du génie.

Militärwissenschaftliche Mitteilungen (Autriche). — Novembre-décembre. — Monte-Priaforà. — L'utilisation des lignes intérieures dans la guerre sur trois fronts. — La défense de l'Isonzo jusqu'à la chute de Gorizia. — Considérations d'artillerie au sujet de la percée Flitsch—Tolmina le 24 octobre 1917. — Le matériel d'artillerie de soutien immédiat et d'accompagnement de l'infanterie. — L'organisation terrestre d'une aviation militaire et son importance pour la conduite de la guerre aérienne. — Le rendement des torpilles. — L'utilisation du froid artificiel dans l'armée.

Vojensko Technické Zpravy (Revue militaire technique tchécoslovaque). — Décembre. — Camouflage des magasins et des

camps. — Note sur le repérage par le son. Proposition d'une méthode améliorée. — Quatre roues motrices. — Concentration de l'artillerie et consommation des obus dans la guerre mondiale.

Vojenské Rozhledy (Revue militaire tchécoslovaque). — Octobre. — Le service de renseignements dans l'ancienne monarchie austro-hongroise. — La sortie de la promotion des sous-lieutenants ingénieurs. — Le tir des mitrailleuses lourdes sous-abri. — Détermination des zones vues et des zones cachées.

Novembre décembre. — L'état actuel de la cartographie officielle allemande. — La combinaison des armes. — L'appui par un groupe d'artillerie du régiment d'infanterie dans la défensive. — La concentration du feu. — La responsabilité de l'emploi de l'aviation. Comment fixer sa mission. — Les manœuvres de l'armée de l'air en Italie. — Le choix du matériel pour la construction des avions. — Le camouflage en photographie aérienne. — Le Conseil supérieur de l'Air en France. — L'aviation aux États-Unis d'Amérique. — L'emploi tactique des troupes du génie. — Le camouflage des observatoires.

Wehr und Waffen (Allemagne). — 12 décembre. — Opinions hérétiques sur l'artillerie navale. — Les écarts de tir. — Réflexions sur l'armement, l'équipement et le fractionnement de l'infanterie. — La correction de vent dans le tir des mitrailleuses lourdes.

Janvier. — Le canon d'accompagnement d'infanterie modèle 1931 Bofors de 75^{mm}. — Les troupes d'assaut d'artillerie. — L'électrification de l'équipement de l'armée. — Les chemins de fer autrichiens pendant la guerre. — La standardisation des canons et les systèmes modernes d'artillerie d'après la conception française.

România Militară (Roumanie). — Novembre. — L'effondrement d'une armée. — L'armée russe et la révolution de 1917. — L'élément personnel en tactique.

Revista Geniului (Roumanie). — Octobre. — Les principes tactiques réalisés par l'organisation du terrain. — Réflexions sur le rôle et l'emploi stratégique de la fortification de campagne. — Le problème des coordonnées dans les mesures topographiques. — Considérations sur le développement des ponts d'équipage.

Novembre. — Idées allemandes sur les moyens de transmissions. — L'accumulateur nickel-fer. — Les volières des voitures à pigeons voyageurs. — Les destructions. — Quelques applications de la piézo-électricité. — Les ondes ultra-sonores.

Décembre. — Principes et procédés nouveaux pour le passage de

vive force des cours d'eau. — La technique dans la guerre moderne. — Le réseau T. S. F. des grandes unités. — Le génie sanitaire. — Les destructions. — Pionnier et machine. — L'utilisation tactique des mitrailleuses dans la défense antiaérienne. — Radio-phares et radio-compas.

Ratnik (Yougoslavie). — Août. Le deuxième anniversaire du régne du roi Alexandre. — Les liaisons radiotélégraphiques. Septembre. — Le Commandement supérieur français en 1915. — La fortification moderne.

Octobre. — Le Commandement supérieur français en 1915.

Ingenerni Glasnik (Yougoslavie). — Novembre-décembre. — Fortification permanente moderne et moyens d'attaque modernes. — Rapport entre l'industrie chimique italienne et allemande. — Franchissement des rivières. — La prise du pont sur la Vistule près de Gavlouchovitze par le peloton de pionniers du 83e régiment d'infanterie autrichienne. — L'évolution du matériel du pont lourd système « Herbert ». — Les ondes courtes et leur importance pour l'armée. — Moteur Diesel : importance, application et évolution. — Quelques mots sur les transmissions téléphoniques. — Applications des ondes ultra-courtes. — Méthode nouvelle de franchissement de vive force des rivières profondes. — Motorisation et mécanisation dans les unités du génie.

Revue d'Infanterie Yougoslave. — Juillet-septembre. — La colonne du régiment en marche et sa défense antiaérienne. — Liaisons et transmissions dans le groupe, la section et le bataillon d'infanterie. — Les service de place dans les tranchées d'infanterie. — Organisation des liaisons et transmissions en terrains montagneux. — Canons d'infanterie. — Instruction française sur le camouflage.

Octobre-décembre. — Organisation des liaisons et transmissions en terrains montagneux (*fin*). — L'appareil de visée « Boyd-Greene » pour le tir anti-aérien des mitrailleuses.

Revues militaires

Revue Militaire française. — Décembre. — La recherche de la décision. — Le Gouvernement de la Défense nationale. — La 10e armée russe et le désastre d'Augustovo. — Le 1er corps de la Belgique à la Marne. — Trop de papiers.

Janvier. — La recherche de la décision. — Le Gouvernement de la Défense nationale. — Le 1er corps de la Belgique à la Marne. — La 10e armée russe et le désastre d'Augustovo. — L'organisation du terrain à une aile.

Revue d'Infanterie. — 1er décembre. — Attaque de troupes à terre par des avions volant en vol rasant. — Une section d'infanterie avec chars. — La 58e division aux combats de Villemontoire-Tigny (20-23 juillet 1918). — L'infanterie dans la guerre de demain. — Le blocus de Besançon en 1814. — La tactique du « bled ». — Un char amphibie.

1er janvier. — Préparation et exécution des différents genres de tir de la mitrailleuse. — Les chars, à la bataille de la Malmaison (4 octobre 1917). — Une action d'infanterie avec chars. — La 58e division aux combats de Villemontoire-Tigny (20-23 juillet 1918). — Manœuvre des petites unités dans l'armée allemande. — Conseils à un jeune lieutenant désigné comme professeur de français dans un cours du troisième degré. — Armée américaine. — Le dernier bataillon de chars lourds est dissous. — Programme des essais des chars Christie. — Technique et tactique : le char pilote. Le char aveugle. Une voiture blindée.

Revue de la Cavalerie. — Janvier-février. — Le maréchal Lyautey instructeur. — Les groupes de reconnaissance. — Le groupe de reconnaissance d'une division d'infanterie en couverture. — Les groupes de reconnaissance aux manœuvres de 1931. — Exercices de franchissement de cours d'eau.

Revue des Forces aériennes. — Décembre. — Une étude allemande sur les reconnaissances aériennes dans l'armée von Klück à la bataille de la Marne de 1914. — Monoplaces et multiplaces de chasse. — Note sur la restitution des photographies aériennes. — Les causes d'accidents graves dans les entreprises de transports aériens subventionnées et dans les forces aériennes de terre.

Janvier. — L'aviation militaire en Indochine. — Monoplaces ou biplaces de chasse? Le problème des feux de route. — L'aviation sanitaire dans la guerre moderne. — L'hydravion destroyer. — Le triplace Boulton et Paul « Sidestrand ». — Le multiplace de combat Bréguet 412 M 3.

Revue de l'Artillerie. — Décembre. — La bataille des frontières. Le déroulement de la bataille. — Un groupe d'artillerie en 1970. Quelques vues d'avenir. — Organisation d'une base d'observation occupée par une section de réglage par coups fusants hauts modèle 1924. — Utilisation du graphique des cercles d'égales parallaxes.

Janvier. — Digressions marocaines. — Emploi de la jumelle prismatique comme appareil fixe d'observation et comme téléobjectif.

Revue de la Gendarmerie. — 15 janvier. — Quelques suggestions à

propos de la réforme pénale. — Étude sur l'incendie : essai d'une méthode de recherches des incendiaires. — L'intervention de la Schutzpolizei en territoire insurgé. — A propos des bandits corses. La Mafia sicilienne.

Revue des Troupes coloniales. — 4e trimestre. — Les forces militaires britanniques aux Indes. — Essai sur les races de la région de Phongtho. — Éléments sommaires de grammaire, de vocabulaire et de conversation usuelle bambara. — Les races de l'Afrique Occidentale française.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. — Novembre. — Le traitement de la plaie de guerre. — Le Service de Santé des régions et l'organisation des ressources hospitalières du territoire. — Considérations sur le paludisme. — L'activité de l'aviation sanitaire militaire, au cours de l'année 1930.

Décembre. — Le rat et la dératisation. — Bandes de crêpe élastique.

Janvier. — L'aviation sanitaire dans la guerre moderne. — La transmission de la polyomyélite. — Les réactions douloureuses de la cure de Bourbonne. — Notes de géographie médicale sur Tabelbala. — Une nouvelle méthode de détermination de la structure moléculaire : le spectre Raman. — A la recherche d'un équipement de sécurité pour l'aviation.

Mémorial des poudres. — 1930-1931. — Mesure de l'aptitude des cotons-poudres à gélatiniser par la nitroglycérine. — Équilibre des mélanges nitrocellulose-nitroglycérine-eau.

1930-1931. — Étude des combinaisons moléculaires de la centralite.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET ADMINISTRATIFS

Voir au *Bulletin officiel :*

PARTIE SEMI-PERMANENTE

7 mars 1929. — Règlement de manœuvre, de l'artillerie 1re partie, titre IX : D. C. A. — Manuel de tir de l'artillerie antiaérienne de 75mm (non inséré).

29 juin 1929. — École de sapeur électro-mécanicien (non insérée).

29 juin 1929. — Catalogue descriptif du matériel et de l'outillage utilisés dans les unités d'électro-mécaniciens (non inséré).

6 septembre 1929. — Règlement de manœuvre de l'artillerie, 1re partie, titre IX *a* — Manuel de tir de 75, modèle 1897 (non inséré).

3 juin 1931. — Cahier des charges communes pour la fourniture des bois destinés à la fabrication du matériel de l'artillerie et les équipages militaires (non inséré).

Circulaire du 1er janvier 1932 notifiant aux directeurs locaux du génie de France, d'Algérie, de Tunisie et du Maroc, la délégation temporaire pour approuver pendant l'année 1932 les cahiers des charges spéciales applicables à certains travaux de grosses réparations, d'amélioration et de construction.

PARTIE PERMANENTE

20 octobre 1931. — Circulaire fixant les règles à suivre pour l'achat, l'installation, l'entretien et le remplacement des appareils distributeurs d'essence, fixes et mobiles.

Arrêté du 21 novembre 1931, pris pour l'application du décret du 1er octobre 1931 (*B. O.*, P. P., p. 3406) relatif à la participation des sociétés françaises d'ouvriers aux adjudications et marchés passés au nom de l'État.

Arrêté du 27 novembre 1931 portant création d'une section de travaux de fortification à la chefferie du génie de Valenciennes.

28 novembre 1931. — 4e modificatif et additif à l'instruction du 5 février 1924 (*B. O.*, P. P., p. 1511) sur les visites techniques du

matériel de guerre du génie et de certains matériels spéciaux du service courant.

17 décembre 1931. — Notice nº 18 (usage des eaux minérales naturelles), annexée au règlement sur le service de santé de l'armée à l'intérieur.

Arrêté du 22 décembre 1931 modifiant l'arrêté du 9 avril 1927 (*B. O.*, P. P., p. 724) portant création d'une inspection technique des travaux de fortification.

2e Circulaire nº 41693-2/4, du 29 décembre 1931, instituant en ce qui concerne le service du génie, diverses mesures de décentralisation.

Décret du 12 décembre 1931, portant relèvement de la majoration de solde attribuée en Algérie-Tunisie, au Maroc et au Levant, et de l'indemnité de départ des militaires envoyés au Maroc et au Levant.

Loi du 18 décembre 1931, rendant obligatoire dans les armées de terre et de mer la vaccination antidiphtérique dans certaines circonstances épidémiques.

6 janvier 1932. — 4e modificatif aux tableaux du 20 février 1931 (*B. O.*, P. P., p. 451) déterminant l'organisation des directions du génie et la composition des chefferies du génie à la date du 1er avril 1931.

Instruction du 8 janvier 1932 pour l'application du décret du 12 décembre 1931 portant relèvement de la majoration de solde attribuée en Algérie-Tunisie, au Maroc et au Levant, et de l'indemnité de départ des militaires envoyés au Maroc et au Levant.

Circulaire nº 40125-2/4, du 11 décembre 1931, faisant suite à la circulaire du 27 octobre 1931 relative à la participation des services militaires aux enquêtes concernant l'ouverture d'établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Circulaire nº 7291/D du 30 décembre 1931, relative à l'envoi du courrier destiné à l'Administration centrale.

Loi du 2 janvier 1932 portant déclassement de l'enceinte de Mostaganem (Algérie) et autorisation d'aliéner cet ouvrage.

Loi du 2 janvier 1932 portant déclassement et autorisation d'aliénation de l'enceinte d'Alger, ainsi que certains ouvrages dépendant de la place.

7 janvier 1932. — 1er modificatif à l'instruction du 25 janvier 1912 relative aux mesures à prendre, aux droits et responsabilité des militaires, en cas d'accidents de personnes ou d'animaux et de dégâts matériels.

TABLEAU D'AVANCEMENT POUR 1932

ARMÉE ACTIVE

POUR LE GRADE DE COLONEL

MM. LES LIEUTENANTS-COLONELS :

1. *Drôme*, commandant par intérim le 1er régiment.
2. *Tétevuide*, ministère de la Guerre, 4e Direction, chef du 2e bur.
3. *Saintagne* (breveté hors cadres), professeur de fortification à l'École supérieure de guerre.
4. *Gillot* (breveté hors cadres), professeur adjoint de fortification à l'École supérieure de guerre.
5. *Jullien*, directeur du matériel de la télégraphie militaire.
6. *Doublet*, directeur à Bordeaux.
7. *Piotet*, directeur à Rouen.
8. *Borel*, directeur à Toulouse.
9. *Husson*, chef d'état-major du commandement du génie au Maroc.
10. *Combarnous*, adjoint au directeur des travaux de fortification de Nice.
11. *Mouton* (breveté hors cadres), état-major de l'armée, 1er bur.
12. *Séron*, Inspection technique des travaux du génie.
13. *Cussenot*, Direction des travaux de fortification à Strasbourg.
14. *Morin*, chef d'état-major de l'Inspection générale du génie.
15. *Gaglio*, inspection technique des travaux de fortification.
16. *Froment*, chef de la Section technique du génie.
17. *Dumontier*, ministère de la Guerre, 4e Direction, chef du cabinet du général directeur.

POUR LE GRADE DE LIEUTENENT-COLONEL

MM. LES CHEFS DE BATAILLON :

1. *Collin*, Direction de Briançon (adjoint au directeur).
2. *Wernert* (breveté hors cadres), état-major de l'armée, 4e bur.
3. *Thouënon*, ministère de la Guerre, 4e Direction, 2e bureau.
4. *Collette*, maison militaire du Président de la République.
5. *Hanoteau* (breveté hors cadres), état-major de l'armée, 3e bureau.
6. *Goetschy*, chef de l'établissement central du matériel de la télégraphie militaire.
7. *Schemidraire*, chef des travaux de fortification de Metz.
8. *Guinchard*, chef du génie de Montpellier.

9. *Delaunois*, 3e régiment.
10. *Devisme*, 33e bataillon (Levant).
11. *Roussel*, Direction des travaux de fortification de Metz-Est.
12. *Arnould*, chef du génie d'Alger.
13. *Poli*, chef du génie de Rennes.
14. *Goupil*, Direction du matériel de la télégraphie militaire (chef de la Section d'études).
15. *Jaubert* (breveté hos cadres), professeur stagiaire à l'École supérieure de guerre.
16. *Lindner* (breveté hors cadres), état-major de la 6e région.
17. *Reverdy*, chef des travaux de fortification de Strasbourg.
18. *Chambon*, section technique du génie.
19. *Cosson*, chef du génie à Paris-Sud.
20. *Martin*, ministère de la Guerre, 4e Direction, cabinet du général directeur.
21. *Dumont*, chef d'état-major du Commandement supérieur des troupes et services de transmissions.
22. *Fortin* (breveté hors cadres), secrétariat de la Commission d'organisation des régions fortifiées.

2e section de l'État-major particulier.

1. *Pichot*, Direction de Bordeaux.
2. *Husson*, état-major du Commandement supérieur des troupes et services de transmissions.
3. *Creusot*, section technique du génie.
4. *Prunel*, ministère de la Guerre, 4e Direction, services généraux.

POUR LE GRADE DE CHEF DE BATAILLON

MM. LES CAPITAINES :

1. *Collier*, état-major du commandement du génie de la 6e région.
2. *Falcy*, chefferie de Chambéry.
3. *Demézières*, chefferie des travaux de fortification de Saint-Avold.
4. *Antoine*, ministère de la Guerre, 4e direction, cabinet du général directeur.
5. *Regnaud*, chefferie de Sarreguemines.
6. *Cueff* (breveté hors cadres), état-major de la 10e région.
7. *Fontbonne*, chefferie de travaux de fortification de Metz.
8. *Gay*, ministère de la Guerre, 4e direction, 2e bureau.
9. *Fermond*, chefferie de travaux de fortification de Strasbourg.
10. *Sorano* (breveté hors cadres), secrétariat de la Commission d'organisation des régions fortifiées (stagiaire).
11. *Viard*, chef du génie de Châlons-sur-Marne.

12. *Huyard*, état-major de l'armée, 4e bureau.
13. *Seguéla*, 31e bataillon (Maroc).
14. *Antoni*, chefferie de Montpellier.
15. *Vidal*, chefferie de Saint-Denis.
16. *Didier*, chef du génie de Tlemcen.
17. *Boucher*, professeur à l'École militaire et d'application du génie.
18. *Baissac*, établissement central du matériel de la radiotélégraphie militaire.
19. *Beautemps*, chefferie de Nancy.
20. *De Boudachier*, état-major de l'armée, 1er bureau.
21. *Le Boursicot*, Direction des travaux de fortification de Metz-Est.
22. *Fackler*, professeur adjoint à l'École militaire et d'application du génie.
23. *Vincent-Viry*, 33e bataillon (Levant).
24. *Dalaise* (hors cadres), chemin de fer et travaux publics du Cameroun.
25. *Jeand'Heur*, chefferie de Belfort.
26. *Dégé* (hors cadres), chemin de fer du Cameroun.
27. *Duval*, Direction du matériel de chemins de fer.

2e section de l'État-major particulier.

1. *Lécrivain*, Direction du Mans.
2. *Brun*, Direction des travaux de fortification de Strasbourg.
3. *Harent*, chefferie des travaux de fortification de Thionville.
4. *Barafort*, Direction de Nancy.
5. *Favre*, état-major du Commandement supérieur du génie à Alger.
6. *Caron*, Direction du matériel de chemins de fer.
7. *Hivert*, chefferie de Bordeaux.
8. *Lanote*, chefferie de Paris-Sud.
9. *Albertini*, Direction de Tours.
10. *Boucon*, ministère de la Guerre, 4e Direction, 2e bureau.
11. *Bouyssou* (hors cadres), service géographique de l'armée.
12. *Cousin*, chefferie de Meknès (Maroc).
13. *Dubouis*, ministère de la Guerre, 4e Direction, services généraux.

POUR LE GRADE DE CAPITAINE

MM. LES LIEUTENANTS :

1. *Roubinet*, chefferie des travaux de fortification de Saint-Avold.
2. *Barrière*, chefferie de Nice.
3. *Dauphin*, service des matériels de la fortification.

4. *Charles*, instructeur à l'École militaire et d'application du génie.
5. *L'Herminiez* (hors cadres), service des travaux publics à Madagascar.
6. *Faure*, chefferie de Bastia.
7. *Rouvillois*, instructeur à l'École militaire et d'application du génie.
8. *Lutier*, chefferie de Bizerte.
9. *Cases*, ministère de la Guerre, secrétariat général.
10. *Charzat*, chefferie de Sarreguemines.
11. *Colletaz*, chefferie de Gap.
12. *Henrard*, parc régional de la Région de Paris.
13. *Simon* (J. M. E.), chefferie des travaux de fortification de Nice.
14. *Cazenave*, instructeur à l'École militaire et d'application du génie.
15. *Chevalier*, service du génie en Algérie.
16. *Odde*, chefferie des travaux de fortification de Nice.
17. *Grossin*, 31e bataillon (Maroc).
18. *Loiseau*, 8e régiment.
19. *Geoffroy*, Direction du matériel de chemins de fer (section d'études).
20. *Beauvais*, 5e régiment.
21. *Simon* (E. H.), chefferie de Paris-Sud.
22. *Labouerie*, chefferie de Paris-Nord.
23. *Rey*, instructeur à l'École militaire et d'application du génie.
24. *Playe*, chefferie des travaux de fortification de Thionville.
25. *Combaux*, au 8e régiment.
26. *Lebigue*, état-major du groupe des compagnies sahariennes, à Ouargla.
27. *Bergeon*, Direction des travaux de fortification de Metz-Ouest.
28. *Segonds*, chefferie d'Orléans.
29. *Bourges*, 18e régiment.
30. *Ducomet*, établissement central du matériel spécial du génie.
31. *Chastang*, Direction des services de transmissions au Levant.
32. *Lheureux*, Direction des travaux de fortification de Strasbourg.
33. *Rebille*, chefferie de Strasbourg.
34. *Duchez*, chefferie des travaux de fortification de Metz.

2e section de l'État-major particulier.

1. *Durand*, état-major du Commandement supérieur du génie au Maroc.
2. *Citeau*, établissement central du matériel spécial du génie.
3. *Espinasse*, chefferie de Bastia.
4. *Tonnadre*, chefferie de Médéa, en résidence à Laghouat.

POUR LE GRADE DE SOUS-LIEUTENANT

MM. LES ADJUDANTS-CHEFS

1. *Forgeot*, établissement central du matériel de guerre du génie.
2. *Rampant*, chefferie de Paris-Sud.
3. *Berger*, 18e régiment.
4. *Macel*, dépôt de matériel du génie de Strasbourg, annexe d'Épinal.
5. *Joets*, 1er régiment.
6. *Marrot*, chefferie de Perpignan.
7. *Guichard*, 41e bataillon (Maroc).
8. *Blanchet*, 5e régiment.
9. *Gradel*, chefferie de Laon.
10. *Lucas*, chefferie de Perpignan, en résidence à Carcassonne.
11. *Suzon*, 15e régiment.
12. *Voirpy*, chefferie d'Épinal.
13. *Rouffaud*, 6e régiment.
14. *Daumas*, Direction d'Oran.
15. *Auxerre*, 7e régiment.
16. *Denis*, 3e régiment, à Versailles.
17. *Gaulard*, chefferie de Belfort.
18. *Marie*, École polytechnique.

LÉGION D'HONNEUR

Par décret du 24 décembre 1931, vu la déclaration du Conseil de l'Ordre de la Légion d'honneur, portant que les nominations du présent décret sont faites en conformité des lois, décrets et règlements en vigueur, sont promus ou nommés dans l'Ordre National de la Légion d'honneur, les militaires de l'armée active dont les noms suivent :

Au grade de commandeur.

M. *Blanc*, général de brigade adjoint au général inspecteur général du génie.

Au grade d'officier.

MM. *Sivot*, colonel commandant le 18e régiment.
Héliot, lieutenant-colonel, Direction du génie de Grenoble.
De Montchenu, chef de bataillon, 7e régiment.
Bussat, lieutenant-colonel, Direction du génie du Mans.

MM. *Planche*, lieutenant-colonel, ministère de la Guerre, Direction du génie.
Baumert, chef de bataillon, Direction du génie de Versailles.
André, colonel, directeur des travaux de fortification de Nice.
Gimpel, lieutenant-colonel, section technique du génie.
De Linage, chef de bataillon, Direction du génie de Grenoble.
Devilliers, lieutenant-colonel, Direction du génie de Lille.
Basset, lieutenant-colonel, professeur à l'E. M. A. G.
Nicolle, lieutenant-colonel, Direction des travaux de fortification de Metz-Ouest.
Morin, lieutenant-colonel, inspection générale du génie.
Verhille, lieutenant-colonel, Direction du matériel du génie.
Beaumont, lieutenant-colonel, Direction des travaux de fortification de Metz-Est.
Drecq, chef de bataillon, chef des travaux de fortification de Thionville.

2e section de l'État-major particulier.

MM. *Batissier*, lieutenant-colonel, direction du génie de Strasbourg.
Marpon, chef de bataillon, direction du génie de Limoges.
Marescaux, chef de bataillon, direction du génie de Nancy.

Au grade de chevalier.

MM. *Deville*, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Ouest.
Samzun, lieutenant, 6e régiment.
Bertrand, capitaine, direction des travaux de fortification de la 20e région.
Duparc, capitaine, 18e régiment.
Bletton, capitaine, direction du génie de Briançon.
Landouzy, capitaine, direction du matériel de la télégraphie militaire.
Truttmann, capitaine, direction du génie de Tunis.
Burxel, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Est.
Lacuire, capitaine, direction du matériel du génie.
Peltey, chef de bataillon, 5e régiment.
Guyerdet, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Est.
De Douhet de Romananges, capitaine, direction du génie de Meknès.
Huyard, capitaine, E. M. A. 1er bureau.
Déchelotte, capitaine, direction du génie de Châlons-sur-Marne.

MM. *Gremillet*, capitaine, direction du génie de Metz.
Olmi, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Est.
Farjon, capitaine, 28e régiment.
Roulaud, capitaine, direction du matériel de la télégraphie militaire.
Creissen, capitaine, direction du matériel du génie.
Courrière, capitaine, direction des travaux de fortification de la 15e région.
Thoreau La Salle, capitaine, direction du génie de Limoges.
Tamisier, capitaine, direction du matériel du génie.
Lachambre, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Est.
Nicot, capitaine, chefferie des travaux de fortification de Thionville.
Bernard, capitaine, direction des travaux de fortification de Strasbourg.
Vaireaux, capitaine, direction des travaux de fortification de Metz-Est.
Kauffeisen, capitaine, chefferie des travaux de fortification de Metz.
Gras, capitaine, chefferie des travayx de fortification de Thionville.

2e section de l'État-major particulier.

MM. *Gilté*, capitaine, direction du génie de Dijon.
Bouillot, capitaine, direction des travaux de fortification de la 20e région.
Sauviat, capitaine, ministère de la Guerre, direction du génie.
Pajany, capitaine, direction du génie de Montpellier.
Bergeron, capitaine, direction du génie de Clermont-Ferrand.
Groizellier, capitaine, direction du génie de Metz.
Normand, capitaine, direction du matériel de la télégraphie militaire.
Castela, capitaine, direction du matériel du génie à Toulouse.
Fagot, capitaine, ministère de la Guerre, direction du génie.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

du 1er décembre 1931 au 31 janvier 1932

ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL

GÉNÉRAL DE DIVISION : M. *Duchêne*, 2e section du cadre de l'E. M. G. A. (27 décembre 1931).

GÉNÉRAUX DE BRIGADE : Promu général de division : M. *Macaire*, inspecteur permanent des fabrications du génie, membre du Comité technique du génie (rang du 27 décembre 1931; Décret du 22 décembre 1931).

Mutations : MM. *Cottenet*, inspecteur technique des travaux du génie. — *Marmion*, adjoint au général de division, inspect. technique des travaux de fortification (22 décembre). — *Cottenet*, inspecteur T. T. G., nommé membre de la Commission mixte des travaux publics (26 décembre). — *Gascuel*, 2e section du cadre de l'E. M. G. A., à dater du 5 décembre 1931.

COLONELS promus généraux de brigade : MM. *Barthélemy*, commandant le 2e groupe de subdivision de la 6e région à Metz (3 décembre). — *Riégel*, commandant le génie de la 14e région (27 décembre).

Nomination : M. *Hue*, nommé P. I., gouverneur de Dunkerque, commandant du secteur de Dunkerque et commandant le 1er groupe de subdivision de la 1re région (19 janvier).

2e section du cadre de l'E. M. G. A.

GÉNÉRAL DE BRIGADE nommé général de division : M. *Mével*, à compter du 1er janvier 1932.

ARMÉE ACTIVE

COLONELS. — Mutations : MM. *Philippe*, directeur de la S. T. G. — *Bertière*, au commandement du 5e rég. (8 décembre). — *Le Bourgeois*, chef d'E. M. du commandement supérieur des troupes et services de communications Paris (22 décembre). — *Gobert*, chef du service des matériels de la fortification (8 janvier).

Radiation : M. *Tricaud*, retraité.

LIEUTENANTS-COLONELS promus colonels (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Leclère*, direction du génie de Paris. — *Gourjon-Dulac*, directeur des études, E. M. A. G. — *Thiébaut*, directeur du génie à Strasbourg. — *Delétoille*, directeur du génie à Amiens. (rang du 27 décembre 1931) : *Miger*, ministère de la Guerre, secrétariat général (22 décembre).

Mutations : MM. *Perroud* prend les fonctions de directeur du génie à Nantes (8 janvier). — *Lefrançois*, directeur du génie à Metz (22 janvier).

Radiations : MM. *Batissier*, retraité. — *Ladous*, décédé.

CHEFS DE BATAILLON promus lieutenants-colonels (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Fournier*, chef du génie de Bordeaux. —

Letheux, chef du génie à Boulogne-sur-Mer. — *Desplanque*, 8e rég. — *Laillat*, chef du génie à Nice. — *Tournoux*, I. T. T.F. (rang du 27 décembre 1931) : *Chancereul*, 28e rég. (22 décembre).

Mutations : MM. *Auclair*, service du génie, Tunisie. — *Blondet* (P. C.), chefferie du Mans (8 décembre). — *Seminel*, comm. du 45e bat. (22 décembre). — *Goetschy*, chef d'E. M. du comm. supérieur des troupes et services de transmissions, Paris. — *Vi é*, direction du matériel de la télégraphie militaire. — *Dumont* (F. X.), chef de l'E. C. M. T. M., Paris. — *Bé aud*, 4e rég. (8 février). — *Angelergues*, chef du génie à Metz. — *Augé* (G. C.), cheff. de Paris-Sud. — *Feniou*, chef du génie à Fontainebleau. — *Hautrive*, 2e rég. — *Heurtematte*, 15e rég. (22 janvier).

Capitaines promus chefs de bataillon (rang du 25 décembre 1931): MM. *Senez*, comm. le parc du génie , 2e région. — *Canus*, cheff. du génie de Tours. — *Le Calvez*, chef du génie à Médéa. — *Mouiller*, cheff. des trav. de fortif. de Nice. — *Louis*, 51e bat. (rang du 27 décembre 1931) : *Didier*, cheff. de Limoges (22 décembre).

Mutations : MM. *Croux*, comm. du C. M. G. A. nº 1, à Hussein-Dey. — *Wolf*, 8e rég., Versailles. — *Jean-François*, 15e rég., — *Izac*, 28e rég. — *Polge*, cheff. de Chambéry. — *Mounier*, cheff. de Nancy. — *Thomas* (R. J. M.), cheff. d'Orléans, résid. Romorantin. — *Legrand* (A. J.), C. M. G., nº 48. — *Castagnet*, parc du génie, 1re région. — *Lemaistre*, 18e rég. — *Lionnet*, E. C. M. R., Paris (8e décembre). — *Courtès*, cheff. de Dijon. — *Renard* (P. L.), 2e rég. — *Jorre*, 5e rég. — *Estienne*, 32e bat. (Comp. des confins algéro-marocains) (22 décembre). — *Pinchon*, 32e bat., comp. des confins algéro-marocains. — *Gay*, détaché pour une durée inférieure à six mois au 8e rég. — *Izac*, mutation *J. O.* 10 décembre annulée. — *Estienne*, mutation *J. O.* 25 décembre annulée (8 janvier). — *Vigreux*, cheff. des trav. de fortif. de Metz. — *Villette*, cheff. de Lyon (22 janvier).

2e section E. M. P. : MM. *Labail*, dir. génie, Strasbourg. — *Jacquier*, cheff. de Lyon, résid. Lyon. — *Pajany*, cheff. de Toulouse. — *Wyckaert*, service du génie, Maroc (8 janvier). — *Pajany*, mutation annulée (22 janvier).

Radiations : MM. *Du Lorier*, retraité. — *Muollo*, passé au recrutement. — *Raimond*, décédé.

Lieutenants promus capitaines (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Caricand*, 6e rég. — *Chabal*, 18e rég. — *La Roche*, cheff. des travaux de fortification de Thionville. — *Serdet*, 34e bat.

— *Riouallon*, 6e rég. — *De Carbon-Ferrière*, h. c., travaux d'irrig. du Niger. — *Roques*, 6e rég. — *Munier*, 8e rég. — *Durr*, cheff. du génie de Metz. — *Tardieu*, C. M. G. nº 15. — *Bézier*, cheff. de trav. de fortif. Longuyon. — *Gazin*, serv. du génie, troupe du Levant. (rang du 27 décembre 1931) : *Archambault de Vançay*, 1er rég. (22 décembre).

2e section E. M. P. (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Fieux*, cheff. du génie de Strasbourg. — *Bouchard*, cheff. du génie de Dijon (22 décembre).

Mutations : MM. *Allières*, cheff. de Toulouse. — *Génelot*, cheff. de Lille. — *Clerget*, 5e rég. — *Vendeuil*, cheff. trav. fortif. Saint-Avold. — *Baron*, mutat. parue au *J. O.* du 25 novembre 1931 annulée. — *Sennéchael*, 8e rég., détach. colomboph. de Montoire-sur-Loir. — *Lapoirie*, 5e rég., détaché pour une durée inférieure à six mois au service des matériels de la fortification. — *Merrand*, cheff. des trav. de fortif. de Thionville. — *Gaumet*, cheff. de Sarreguemines (8 décembre). — *Picard*, cheff. trav. fortif. de Nice. — *Christophe* (Y. E.), cheff. de Strasbourg. — *Papy*, dir. génie de Briançon (22 déc.). — *Giros*, comm. du génie, 6e région. — *Belle*, 33e bat. (8 janvier). — *Marzin*, 5e rég., remis à la disposition de son corps. — *Chevassus*, cheff. des trav. de fortif. de Metz. — *Millot*, (C. G. F.), 1er rég., Strasbourg. — *Tronel*, 5e rég. détachement d'exploit. de la ligne Chartres—Orléans (22 janvier).

2e section E. M. P. : M. *Auguste*, cheff. de Verdun, détaché pour une durée inférieure à six mois à Commercy (8 janvier).

Nomination : M. *Friedling*, lieut. de réserve à l'E. M. A. G., est admis dans le génie, armée active, avec le grade de lieutenant, à compter du 25 décembre 1931.

Radiation : Est annulée l'admission dans le génie, armée active, avec le grade de sous-lieutenant, à compter du 25 juin 1931, de M. *Friedling*, lieut. de réserve (27 janvier 1932).

DISPONIBILITÉ

Capitaine : M. *Trouillat*, du 7e rég., maintenu pour une nouvelle période de cinq années. — *Zobel* chef de bat., 2e rég., maintenu en disponibilité (8 janvier).

RÉSERVE

Colonel. — Nomination, colonel retraité : M. *Puissant*, G. M. G. nº 10 (19 janvier).

Radiations : MM. *Ballabey*, *Lorieux*, nommés colonels honoraires. — *Gérard* (M. H. J.), décédé.

LIEUTENANTS-COLONELS promus colonels (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Le Roux*, C. M. G. nº 11. — *Lapeyre*, E. M. G. P., 9e région (9 décembre).

Mutations : MM. *Surchamp*, C. M. G. nº 2 (8 décembre). — *Vageli*, E. M. P. G., 13e région (21 décembre). — *Mangin*, h. c., affect. spéc. tabl. 2 Indochine (24 décembre).

CHEFS DE BATAILLON promus lieutenants-colonels (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Oti*, C. M. G. nº 6. — *Lavauden*, h. c., affect. spéc. A. OR. F. — *Guyard*, h. c., affect. spéc. région de Paris. — *Girard*, h. c., affect. spéc. 16e région. — *Molle*, C. M. G., nº 11. — *Parent*, C. M. G. nº 5. — *Leclerc*, E. M. P. G. 6e région. — *Lefort-Lavauzelle*, C. M. G. nº 6. — *Philippe*, 51e bat. — *Roze*, C. M. G. nº 11. — *Tardy*, h. c., affect. spéc. 14e région. — *Maurin*, E. M. P. G. Tunisie. — *Lévy*, C. M. G. nº 18. — *Simon*, C. M. G. nº 3. — *Bornecque*, serv. ch. de fer et étapes région de Paris (9 décembre).

Mutations : MM. *Deville*, C. M. G. A. nº 1. — *Mosin*, E. M. P. G. 15e région. — *Minier*, C. M. G. A. nº 4 (21 décembre). — *Vautherot*, h. c., affect. spéc. tabl. 3, région de Paris. — *Gex*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 14 région (24 décembre). — *Fleuret*, E. M. P. G. 7e région (15 janvier).

Nominations, chefs de bataillon retraités : MM. *Thiébert*, direction du matériel de la télégraphie militaire. — *Uxol*, C. M. G. nº 5 (19 janvier).

Radiations : MM. *Fourney*, *Chaffange*, *Boche*, *Warion*, *Gelzenlichter*, *Champigny*, *Watier*, *Giltay*. — *Jacquot* (J. E.), décédé.

CAPITAINES promus chefs de bataillon (rang du 25 décembre 1931) : MM. *Baillot*, C. M. G. nº 3. — *Mabilleau*, h. c., affect. spéc., 4e région. — *Caby*, C. M. G. nº 3. — *Pirolle*, h. c., affect. spéc., région de Paris. — *Versillé*, 1. G. des F. de G. à la mobilisation. — *Loth*, C. M. G. nº 3. — *Galatoire-Malegarie*, C. M. G. nº 5. — *Thenaunay*, C. M. G. nº 15. — *Kirchner*, C. M. G. nº 7. — *Lebrun*, C. M. G. nº 5. — *Chaussat*, C. M. G. nº 4. — *Launay*, C. M. G. nº 3. — *Dubois*, serv. ch. de fer et étapes. 7e région. — *Denis*, E. M. P. G. 11e région. — *Blanquet*, C. M. G. nº 8. — *Bonici*, h. c., affect. spéc. 19e corps d'arm. — *Desplan*, C. M. G. nº 28. — *Restègue*, h. c., affect. spéc. 14e région. — *George*, C. M. G. nº 2. — *Le Quesne*, serv. d'état-maj. 9e région. — *Guérin*, C. M. G. nº 2. — *Brétégnier*, C. M. G. nº 1. — *Martinent*, C. M. G. nº 38 (p. o.), tr. du gr. de l'A. Oc. F. — *Hilaire*, h. c., affect. spéc. région de Paris. — *Biard*, C. M. G. nº 9. — *Levaufre*, C. M. G. nº 38. — *Petit*, C. M. G. nº 9. — *Vanneufville*, C. M. G. nº 11. — *Guignard*, C. M. G. nº 10 (p. o.), (troupes du Levant). — *Defretin*, C. M. G. nº 58. — *Masnou*,

C. M. G. nº 18. — *Deniau*, C. M. G. nº 9. — *Lemaignan*, h. c., affect. spéc. A. Oc. F. — *Chidaine*, S. T. G. — *Malet*, C. M. G. nº 1. — *Balensi*, E. M. P. G. 19e C. A. — *Haelling*, h. c., affect. spéc. 20e région. — *Lambert*, h. c., affect. spéc. 9e région. — *Le Normand*, C. M. G. nº 5. — *Monié*, E. M. P. G. 18e région. — *Fort*, C. M. G. nº 9. — *Barbé*, C. M. G. nº 3. — *Charron*, C. M. G. nº 15. — *Hamel*, C. M. G. nº 11. — *Digue*, C. M. G. nº 10. — *Le Corbeiller*, C. M. G. nº 18. — *Metzger*, I. G. F. G., à la mobilisation. — *Thuillier*, C. M. G. nº 6. — *Sautel*, serv. des ch. de fer. 19e C. A. — *Gex*, C. M. G. nº 4. — *Lange*, C. M. G. nº 8. — *Giraud*, C. M. G. nº 1. — *Bohl*, h. c., affect. spéc. 20e région. (9 décembre).

Mutations : MM. *Schnéegans*, E. M. P. G. 20e région. — *Chapelain*, *Schnell*, *Rougier*, C. M. G. nº 9. — *Cadier*, *Louis*, dir. du mat. de ch. de fer. — *Breton*, *Corneux*, *Caillaux*, C. M. G. nº 3. — *Lartigue*, C. M. G. nº 28. — *Coqblin*, *Fernet*, C. M. G. nº 7. — *Gothié*, C. M. G. nº 4. — *Masselin*, C. M. G. nº 10. — *Cohadon*, C. M. G. nº 58. — *Gotteland*, *Valette*, C. M. G. nº 6. — *Rampini*, 31e bat. — *Siros*, E. M. P. G., 1re région (7 décembre). — *Duffaut*, C. M. G. nº 9 (8 décembre). — *François*, 31e bat. — *Bertrand*, C. M. G. nº 8 (p. o.) tr. du gr. de l'A. Oc. F. — *Maupoil*, C. M. G. nº 3. — *Guyot*, C. M. G. nº 6. — *Liesse*, *Condamin*, C. M. G. nº 10. — *Créput*, E. M. P. G. Maroc. — *Gibert*, *Dessagne*, C. M. G. nº 6. (21 décembre). — *Rousseaux*, *Étienne*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 1re région. — *Seux*, h. c., affect. spéc. tabl. 3, 2e région. — *Forfert*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 19e C. A. — *Soleilhac*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, A. Or. F. — *Aubert*, h. c., affect. spéc., tabl. 2, Indochine (24 décembre). — *Conquet* est autorisé à accomplir un stage renouvelable d'un an au 3e rég., Versailles (31 décembre 1931). — *Liron*, stag. au 31e bat., est autorisé à renouveler son stage (5 janvier). — *Pellissier*, C. M. G. nº 1 (15 janvier). — *Dumas*, h. c., affect. spéc. 7e région (27 janvier).

Nominations : M. *Le Net*, de l'art. au C. M. G. nº 6. (15 décembre.

Officiers retraités : MM. *Maire*, C. M. G. nº 2. — *Vaudiau*, C. M. G. nº 11. — *Veauville*, E. M. P. G. 7e région (19 janvier).

Radiations : MM. *Berthier*, *Bestel*, *Zuber*, *Boëglin*, nommés capitaines honoraires. — *Quiquère*, *Bodineau*, *Claudin*, *Coutagne*, *Oudiette*, *Simonnet*, *Delort*, *Goupille*, *Eloy*, *Ponsar*, *Élie*. — *Favereau* (P. M.), *Raffin* (Y. L. A.), *Cagnin* (J.), *Nieuwiarts*. *Pezet* (L. J. B.), décédés.

LIEUTENANTS promus capitaines (rang du 25 décembre 1931) :

MM. *Guy*, C. M. G. nº 1. — *Thomas*, C. M. G. nº 3. — *Nampon*, h. c., affect. spéc. rég. de Paris. — *Jourdan*, E. M. P. G. 13e région. — *Jousset*, h. c., affect. spéc. rég de Paris. — *Maquaire*, E. M. P. G. 15e région. — *Laon*, h. c. affect. spéc. région de Paris. — *Forestier*, C. M. G. nº 48. — *Bena*, C. M. G. nº 18. — *Leenhardt*, C. M. G. nº 28. — *Marchal*, h. c., affect. spéc. 6e région. — *Aubanel*, C. M. G. nº 18. — *Borias*, C. M. G. nº 8. — *Morel*, E. M. P. G. 1re région. — *Méric*, C. M. G. nº 28. — *Vaillant de Guélis*, h. c., affect. spéc. 5e région. — *Fortin*, C. M. G. nº 38. — *Paul*, C. M. G. nº 18. — *Furia*, C. M. G. nº 8. — *Jumeau*, C. M. G. nº 18. — *Barthélemy*, E. M. P. G., 6e région. — *Rey*, C. M. G. nº 4. — *Levassor*, dir. mat. tél. mil. — *Pécout*, C. M. G. nº 1. — *Vandewiele*, C. M. G. nº 8. — *Dieudonné*, C M. G. A. nº 1. — *Foucard*, C. M. G. nº 6. — *Aubrun*, C. M. G. nº 7. — *Ray*, C. M G nº 48. — *Burms*, C. M. G. nº 58. — *Reboul*, h. c., affect. spéc. région de Paris — *Doll*, C. M. G nº 10. — *Cotel*, C M. G nº 3 — *Magny*, C. M. G. nº 18. — *Armaingaud*, C, M G, nº 28. — *Schaeffer*, C M. G. nº 18. — *Deprad*, C. M. G. nº 3. — *Royer*, C. M. G nº 6 — *Massardo*, C. M. G. nº 7. — *Toussaint*, C. M. G A, nº 1 *Benoit*, C M. G. nº 8. — *Mallet*, C. M G nº 3. — *Fervé*, C. M. G. nº 28. — *Girardin*, C. M. G. nº 5. — *Revêche*, 31e bat. — *Dumas*, C. M. G. — nº 4. *Lustin*, C M. G. nº 8. — *Chordi*, C. M. G. nº 28. — *Morel*, C M. G nº 15. — *Bouvattier*, h. c, affect. spéc. région de Paris. — *Massé*, C. M. G. nº 2. — *Deymié*, C. M. G nº 5 — *Conversat*, C. M. G nº 4. — *Régent*. C. M. G. nº 1. — *Balavoine*, troupes du gr. de l'Indochine. — *Leandet*, C. M. G. A. nº 4 — *Bollard*, C. M. G. nº 4. — *Carrus*, C. M. G. nº 15. — *Langrognet*, C. M. G. nº 10. — *Gillot*, C. M. G. nº 10. — *Pigrenet*, C. M. G. nº 7. — *Barrié*, C. M. G. nº 8. — *Perrier*, C. M. G. nº 18. — *Henrion*, C. M. G. nº 58. — *Jasmin*, C. M. G. nº 3. — *Pitrois*, C. M. G. nº 6. — *de Francqueville*, C. M. G. nº 8. — *Dejoux*, C. M. G. nº 1. — *Parésy*, C. M. G. nº 8. — *de Viry*, h. c., affect. spéc. 1re région. — *Giguet*, C. M. G. nº 3. — *Allègre*, C. M. G. nº 4. — *Godot*, C. M. G. nº 10. — *Ollivier*, C. M. G. nº 5. — *Ruvenaux*, C. M. G. nº 1. — *Boegner*, C. M. G. nº 4. — *Perretier*, dir. mat. tél. mil. — *Aurignac*, C. M. G. nº 4. — *Oliver*, tr. du gr. de l'Indochine. — *Pierre*, dir. du mat. de ch. de fer. — *Locherer*, G. M. G. nº 8. — *Champigny*, I. G. F. G., à la mobilisation. — *Dupont*, C. M. G. nº 38. — *Sohm*, C. M. G. nº 18. — *Balzer*, E. M. P. G. 4e région (9 décembre).

Mutations : MM. *Barré*, h. c., affect. spéc. tabl. 1 région de Paris. — *de Mullot de Villenaut*, serv. d'E. M. 5e région (27 novembre). — *Tricon*, autorisé à accomplir un stage de deux ans au 28 rég. (30 novembre). — *Angles d'Auriac, Mangin, Bernard, Chabanat, Rampin, Soustelle, Blaignan, Lacoste, Benoit, Gaultier, Home*, C. M. G. nº 9. — *Alexandre, Mailhes, Larras, Saccardy*, C. M. G. A. nº 1. — *Arial, Augier, Pache, Vinter, Saillard, Schelameur, Foulert, Messbauer, Meynaud, Martin* (J. T.), *Jarrige, Ramenieras, Vincent Gevrey, Maulert, Talma, Boujon, Reinert, Favre, Riondet*, C. M. G. nº 10. — *Casalis, Laroche, Dubois, Rochette, Genaux, Raineau, Chanoit, Lepercq dit de Rayneville, Brunot, Caurette, Cozic, Decourcelle, Besault*, C. M. G. nº 3. — *Idoux, Rouche, Chambard, Nivat, Gagny, Laude, Campredon, Aimond*, C. M. G. nº 1. — *Vinçonneau, Gosselet, Rentien, Moché, Soulat, Gainche, Giteau, Marion, Phily, Pialoux, Bonneau, Chataigneau, Lesteven*, C. M. G. nº 6. — *Cordier, Gélas, Dumont, Roche, Lesquerre-Caudebez, Mauny, Chevallier*, C. M. G. nº 4. — *Forestier*, C. M. G. nº 5. — *Glasser*, C. M. G. nº 11. — *Duplat, de Bignicourt, Couderc, Jourdain, Mire, Chemin, François, Barthez*, C. M. G. nº 28. — *Galland, Irion, Mételka, Collard, Bononcini, Carbonel*, C. M. G. nº 7. — *Fournier, Rouge, Pichot*, C. M. G. nº 8. — *Ravier, Queirolx, Lagarde*, C. M. G. nº 48. — *Jouanolou, Roger, Monneron, Ladreyt*, C. M. G. nº 15. — *Mérit, Boidot, Dubois, David-Grignot, Planche*, C. M. G. nº 2. — *Labbé*, C. M. G. nº 38. — *Chiffert, David, Grosmann, Assémat*, C. M. G. nº 18. — *Théodore*, C. M. G. A. nº 4. — *Hertz*, E. M. P. G., 7e région. — *Bouclet, Guinet, Pitard, Noirot, Ribeton*, E. M. P. G. 6e région. — *Dubée*, E. M. P. G. 10e région. — *Mosser, Cormerois, Amsler, Chaurès*, E. M. P. G. 1re région. — *de Trouillioud de Lanversin*, E. M. P. G. 15e région. — *Le Dentu*, 31e bat. (7 décembre). — *Louvet*, C. M. G. nº 5. — *Lhomme*, C. M. G. nº 1. (8 décembre). — *Chauchot*, h. c., affect. spéc. 14e région (9 décembre). — *Chare de Lavalette*, autorisé à accomplir un stage renouvelable d'un an, au 41e bat. (16 décembre). — *Ollé-Laprune*, autorisé à accomplir un stage renouvel. d'un an au 51e bat. (19 décembre). — *Hug*, 31e bat. — *Billemaz*, C. M. G. A. nº 4. — *Charly, Chevereau. Lejay*, C. M. G. nº 8 (p. o.), tr. du gr. de l'Indochine. — *Verges, Mayrargue*, C. M. G. nº 28. — *Menut*, tr. du gr. des Antilles. — *Prinz, Nicolardot*, C. M. G. nº 48 (p. o.), tr. du gr. de l'A. Oc. F. — *Lauraint, Terriou*, tr. du gr. de l'A. E. F. — *Fessard*, C. M. G. nº 6 (p. o.). tr. du Levant.

— *Brouqueyre*, C. M. G. nº 6 (p. o.). — *Champy*, *Braud*, C. M. G. nº 6. — *Cattelain*, *Bille*, tr. du gr. de l'A. Or. F. — *Sabatier*, *Tarde*, *Fabre* (p. o.), C. M. G. nº 15. — *Simonin*, C. M. G. nº 28 (p. o.). — *Sellier*, *Cot*, *Lang*, C. M. G. nº 8. — *Dherse*, C. M. G. nº 10. — *Arnaud*, C. M. G. nº 48. (p. o.). — *Fabreguettes*, *Bordes-Pages*, *Gouriaud*, C. M. G. nº 18. — *Favre*, C. M. G. nº 38. — *Michaud*, dit *Vaudois*, C. M. G. nº 4. — *Larré*, *Buret*, *Brasseur*, C. M. G. nº 9. — *Jacquot*, E. M. P. G., 7e région. — *Collignon*, E. M. P. G. Algérie. — *Delaval*, E. M. P. G. 11e région. — *Capiez*, C. M. G. nº 3 (21 décembre). — *Beauzamy*, h. c., affect. spéc. tabl. 2 région de Paris. — *Vinber*, h. c., affect. spéc. tabl. 2. — *Chaussignand*, h. c., affect. spéc., tabl. 3, 1re région. — *Allard*, h. c., affect. spéc., tabl. 2, 9e région. — *Tigeot*, h. c., affect. spéc., tabl. 3., 10e région. — *Martin* (A. J.), h. c., affect. spéc., tabl. 2, 14e région. — *Eppe*, tabl. 2. — *Cuq*, tabl. 3., h. c., affect. spéc., 19e C. A. *Rauzier*, h. c., affect. spéc., tabl. 3, Tunisie. — *Caillat*, h. c., affect. spéc., tabl. 2, A. E. F. — *Grandemange*, h. c., affect. spéc., tabl. 2, A. Or. F. (24 décembre). — *Magnan*, stag. au 31e bat., est autorisé à renouveler son stage d'un an (26 décembre). — *Desmaret*, C. M. G. nº 3. — *Berjoan*, E. M. P. G. 13e région. — *Michaud*, dit *Vaudois*, C. M. G. nº 7 (15 janvier). — *Moustadier*, stag. au 31e bat., Maroc, est autorisé à renouveler son stage (20 janvier).

Nominations : MM. *Bourdon*, de l'inf. au 31e bat.(15 décembre) — *Halley*, de l'inf. au C. M. G. nº 38. — *Devaux-Charbonnel*, de l'aviation au C. M. G. nº 18 (17 janvier).

Radiations : MM. *Dupeux*, *Favier*, *Deloffre*, *Guidel*, *Peuportier*, *Fleurant*, *Lacour*, nommés lieutenants honoraires. — *Buffet*, *Sauvan*, *Kleindienst*, *Marion*, *Brodu*, *Grelot*, *Lacour*, *Colas*, *Frou*. — *Gillot* (J.-B.), *Berille* (F. H.), *Simounet* (E. T. S.), *Mestayer* (C. T. L. M.), décédés.

Sous-lieutenants promus lieutenants : (rang du 24 novembre 1930) : M. *Laurens*, C. M. G. nº 7. — (Rang du 19 mai 1931) : *Mathiot*, C. M. G. nº 48. — (Rang du 20 mai 1931) : *Langevin*, 31e bat. — (Rang du 17 août 1931) : *Lapôtre*. — (Rang du 24 août 1931) : *Rouget*, C. M. G. nº 3. — (Rang du 7 septembre 1931) : *Kerkhi*, C. M. G. nº 8. — (Rang de 21 septembre 1931) : *Mignot*, C. M. G. nº 6. — *Besseiches*, C. M. G. nº 8. — (Rang du 28 septembre 1931) : *Hernout*, C. M. G. nº 2. — (Rang du 5 octobre 1931) : *Enjalbert*, C. M. G. nº 5. — *Binet*, C. M. G. nº 8. — (Rang du 12 octobre 1931) : *Blind*, C. M. G. nº 7.; *Vignau*, C. M. G. nº 38. — (Rang du 21 octo-

bre 1931) : *Armangaud*, C. M. G. nº 4, *Landrieve*, C. M. G. nº 7, *Guinet* (h. c.), 8e région. — (Rang du 27 octobre 1931) : *Briswalder*, *Ayral*, *Donzel*, *Longy*, *Badre*, *Millischer*, *Tassel*, C. M. G. nº 1. — *Cornut de Lafontaine de Coincy*, *Doron*, C. M. G. nº 2. — *Empouy*, *Bore*, *Leroux*, *Dechin*, *Bouilhol Chalard*, *Lacroze*, C. M. G. nº 3. — *Bouchayer*, *Gaudriot*, *Boizot*, *Got*, *Humbert*, *Sarles*, *Perret*, *Aymard*, *Darlon*, *de Ghaisne*, *de Bourmont*, C. M. G. nº 4. — *Séjourné*, *Carpentier*, *Salles*, *Derbanne*, *Macaire*, *Dane*, *Queutelot*, *Henry*, *Mounicq*, *Protard*, *Leborgne*, *Hesse*, C. M. G. nº 5. — *Borrou*, *Garnier*, *Braconnier*, *Cartraud*, *Hénault*, *Monnier*, *Schneider*, *Thibon*, *Thomas*, *Helluin*, *Largeteau*, *Roy*, *Bourgeois*, *Bruc*, *de Collasson*, C. M. G. nº 6. — *Muraour*, *Julien*, *Brun*, *Pouliot*, *Long*, *Hugues*, *Ducoloner*, *Daudé*, C. M. G. nº 7. — *Bernard*, *Bohin*, *Tariot*, *Saint-Marc*, *Malvaux*, C. M. G. nº 9. — *Noiret*, *Bouchon*, *Bougon*, *Granier*, *Picarel*, *Garnier*, *Gauthron*, *Simon*, C. M. G. nº 11. — *Jeandin*, *Flocard*, *Meylan*, *Paris*, *Desgigot*, *Lasalle*, *Montuclard*, C. M. G. nº 15. — *Claisse*, *Thomas*, *Schwob*, *Pierre*, *de Masson d'Autume*, *Étienne*, C. M. G. nº 18. — *Marcillac*, *Maurin*, *Wallet*, *Clapin*, *Pages*, C. M. G. nº 38. — *Dycke*, C. M. G. nº 58. — (Rang du 30 octobre 1931) : *Horlaville*, *Fontanière*, *Demony*, *Chenuau*, *Antoine*, C. M. G. nº 2. — *Dumas*, C. M. G. nº 10. — (Rang du 2 novembre 1931) : *Roux*, C. M. G. nº 3. — (Rang du 6 novembre 1931) : *Huriet*, C. M. G. nº 2. — *Charpy*, C. M. G. nº 9. — (Rang du 23 novembre 1931) : *Fouhéty*, C. M. G. nº 38. — (Rang du 27 novembre 1931) : *Bernard*, C. M. G. nº 3. — (Rang du 30 novembre 1931) : *Rigaud*, *Brochard*, C. M. G. nº 6 (21 décembre 1931).

Mutations : MM. *Mâchin*, *Epron*, autorisés à accomplir un stage renouvel. d'un an respectivement au 1re rég. et 31e bat. (30 novembre). — *Hottier*, *Laureillard*, C. M. G. nº 1. — *Marchand*, *Liebendôrfer*, *Puyte*, *Meschinet de Richemond*, C. M. G. nº 2. — *Dam*, *Bouilhol*, *Salvignol*, *Puech. Linquette*, *Mercier*, C. M. G. nº 3. — *Frémond*, *Rosay*, *Tarrène*, *Wirbel*, *de Mayo*, C. M. G. nº 4. — *Douxami*, *Coussieu*, *Seillier*, C. M. G. nº 6. — *Herbert*, *Lespadin*, *Foucteau*, *Vuillaume*, *Charrier*, C. M. G. nº 7. — *Malvaux*, *Charpy*, *Jacques*, *Simon*, *Vidal*, C. M. G. nº 9. — *Dumas*, *Guilly*, *Biard*, *Christol*, C. M. G. nº 10. — *Ladreyt*, C. M. G. nº 15. — *Zecht*, C. M. G. nº 18. — *Faure*, *Lenoël*, *Compin*, C. M. G. nº 28. — *Le Guerrannic*, C. M. G. nº 48. — *Vernhes*, *Lafon*, C. M. G. A. nº 1. — *Charrette*, 41e bat. — *Bottini*, *Surdon*, 31e bat. (7 décembre). — *Caylus*,

autorisé à accomplir un stage renouvelable d'un an au 34e bat. (8 décembre). — *Lalande* (A. C.) (p. o). — *Du Faget de Casteljau*, C. M. G. nº 2. — *Trubert*, 31e bat. — *Hervier*, C. M. G. nº 1. — *Doniol*, C. M. A. nº 75. — *Lemasson*, *Dupré*, tr. du gr. de l'Indochine. — *Terrier*, C. M. G. A. nº 1. — *Dailliez*, C. M. G. nº 58 (p. o.). — *Frelier*, C. M. G. nº 3 (p. o.). — *Lalande*, C. M. G. nº 10 (21 décembre). — *Schaeffer*, h. c., affect. spéc., tabl. 3, Indochine (24 décembre). — *Mettavant*, *Cholesky*, autorisés à accomplir un stage renouvel. d'un an, respectivement au 2e et 8e rég. (26 décembre 1931). — *Delâge*, stag. au 31e bat. , autorisé à renouveler son stage d'un an (2 janvier). — *Lorne*, *Abrial*, C. M. G. nº 1. — *Mathieu*, *Dhenein*, *Chaineaux*, *Jobert*, *Damant*, C. M. G. nº 2. — *Jirou*, *Petit*, *Dauphin*, *Choain*, *Soulhat*, C. M. G. nº 3. — *Jerphanion*, *Castillon*, C. M. G. nº 4. — *Babillot*, *André*, *Leschallier de Lisle*, *Chefson*, *Loré*, *Le Merrer*, *Eyrolles*, *Louria*, *Biron*, C. M. G. nº 6. — *Lomont*, *Prat*, *Grassi*, *Milleret*, C. M. G., nº 7. — *Roche*, *Durand de Corbiac*, *Neuville*, *Joseph-François*, *Pommares*, *Sarreméjean*, C. M. G. nº 9. — *Levet*, *Cornély*, *Chabal*, *Michenet*, *Dujardin*, *Tournier*, *Bœuf*, C. M. G. nº 10. — *Perrot*, *Langlois*, *Lavergne*, *Le-Ky-Huong*, *Raynaud*, *Liaume*, C. M. G. nº 11. — *Ganneau*, *Flament*, *Bourgeois*, *Maillard*, *Dolveck*, C. M. G. nº 15. — *Freulon*, C. M. G. nº 18. — *Masson*, *Deloche*, *de Taffanel de Lajonquière*, *Vidal*, *Batllou*, *Dellenbach*, *Especel*, C. M. G. nº 28. — *Infroit*, *Cépède*, *Rabu*, *Cordier*, *Bouvier*, C. M. G. nº 38. — *Cassou*, *Mondine*, *Lesbordes*, C. M. G. nº 48. — *Boulaye*, *Grossin*, C. M. G. nº 58. — *Caporal*, 33e bat. — *Porcheron*, *Roumieu*, C. M. G. A. nº 1 (15 janvier). — *Clarisse*, *Cochereau*, *Durot*, stag., sont autorisés à renouveler leur stage au 31e bat. Maroc (20 janvier).

Radiation : M. *Londos*, nommé sous-lieutenant honoraire.

Le Gérant : R. WALTHER

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT, NANCY-PARIS-STRASBOURG-1932

La *Revue du Génie Militaire* laisse aux Auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions

LE GÉNIE

DANS LA BATAILLE SUR LES COURS D'EAU

(*Suite*) (1).

Passage de l'Aisne par la 69e D. I. le 18 août 1918
(Croquis nº 4).

Situation particulière.

La 69e division, encadrée par la 72e division à gauche et la 5e division à droite, borde l'Aisne à l'est du bois Roger à la fin du mois d'août 1918. Tous les essais de franchissement ont montré que la rive droite est fortement tenue; un document saisi sur un prisonnier allemand fait connaître que douze mitrailleuses, entre Saint-Waast et Saint-Médard, croisent leurs feux sur l'Aisne.

Idée de manœuvre.

Le 28 août, le 3e bataillon du 151e d'infanterie doit, opérant par le secteur de la 72e division déjà au nord de l'Aisne et appuyé par une attaque de cette division, attaquer à 7 h : objectif Vauxrot. Les deux autres bataillons du 151e doivent, à 8 h, avec des moyens de fortune, passer l'Aisne, enlever la distillerie de Saint-

(1) Voir la livraison de janvier-février 1932.

Médard, puis conquérir une tête de pont. Cette conquête sera facilitée par une attaque du 3e bataillon débouchant de Vauxrot à 8 h 45.

La tête de pont conquise, les sapeurs construiront, avant 15 h, deux ponts d'équipage de part et d'autre du chemin de fer.

Préparation.

Une compagnie du génie opère avec chacun des 1er et 2e bataillons du 151e d'infanterie. Leur mission consiste à passer en navigation des éléments de couverture, pour couvrir la construction de passerelles.

Les sapeurs préparent le matériel nécessaire : radeaux de tonneaux, sacs Habert, perches, planches, petites barques. Deux radeaux de tonneaux destinés à la navigation sont montés sur roues pour pouvoir être amenés rapidement à l'eau.

Pour le bataillon de gauche, compagnie 22/63, deux points de passage prévus : au Mail (A), au pont des Anglais (B).

Pour le bataillon de droite, compagnie 22/13, deux points de passage : gare d'eau (F); pont de chemin de fer (H).

Exécution.

L'attaque de la 72e division et du 3e bataillon du 151e d'infanterie échoue. Les deux autres bataillons décident quand même de tenter le passage de vive force par leurs propres moyens.

Passage du 1er bataillon. — Il doit tenter le passage au Mail (point A), et au pont des Anglais (point B).

Au Mail, les sapeurs sont arrêtés dès qu'ils paraissent par des mitrailleuses *qu'il est impossible de situer et de prendre à partie parce qu'elles se déplacent.* L'infanterie ne peut pas assurer aux sapeurs la protection nécessaire et on doit renoncer à tenter le passage.

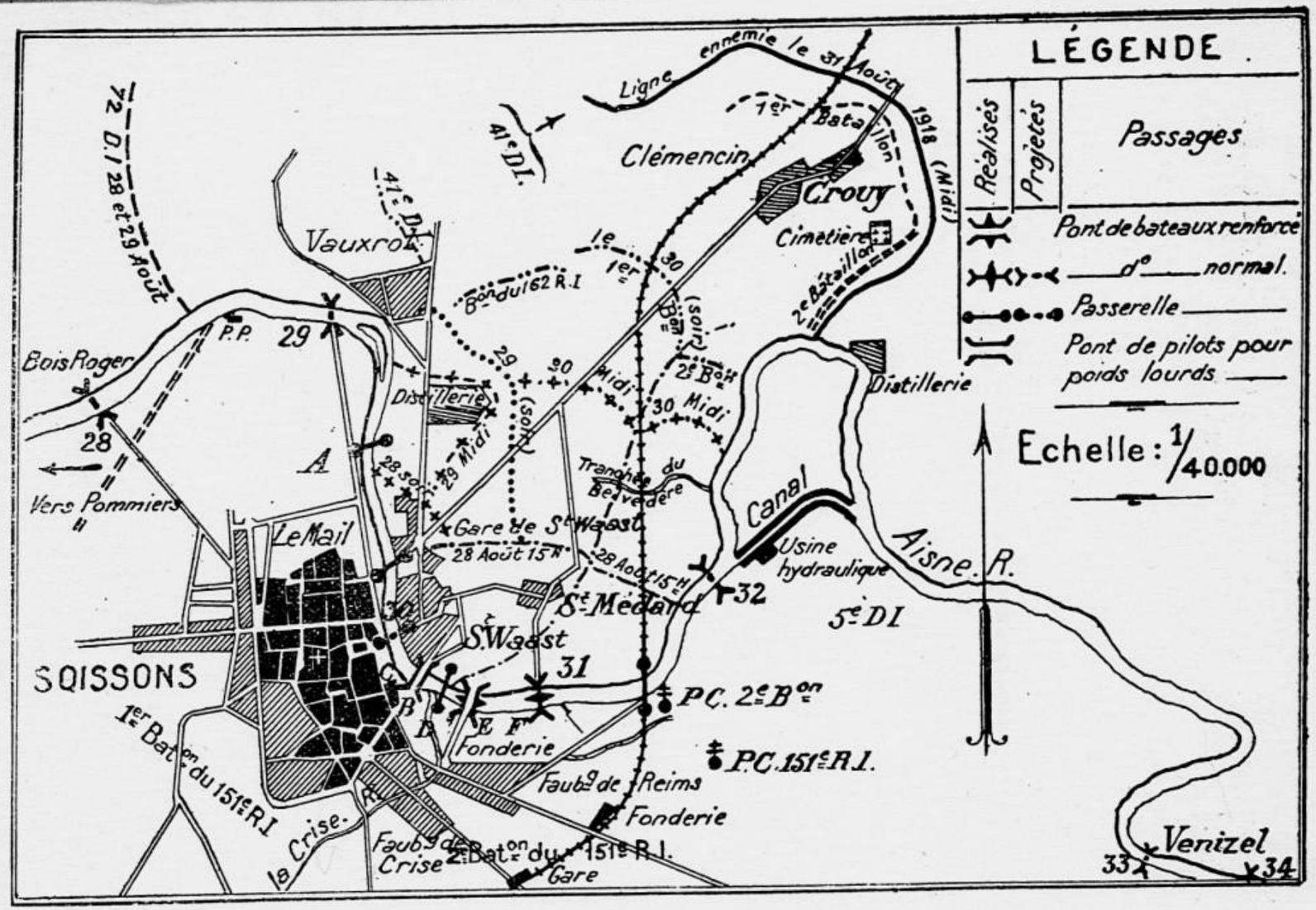

LÉGENDE
Réalisés
Projetés
Passages
Pont de bateaux renforcé
d° normal.
Passerelle
Pont de pilots pour poids lourds
Echelle : 1/40.000
Ligne ennemie le 31 Août 1918 (Midi)
1er Bataillon
Clémencin
Crouy
Cimetière
2e Bataillon
41e D.I.
72e D.I. 28 et 29 Août
Vauxrot
Bon du 162 R.I
Bois Roger
P.P.
29
Distillerie
Midi
(sol)
30
2e Bon
Distillerie
28
A
Vers Pommiers
Tranchée du Belvédère
Canal
Le Mail
Gare de St Waast
28 Août 15h
Usine hydraulique
Aisne R.
St Médard
32
5e DI
St Waast
SOISSONS
31
PC. 2e Bon
1er Bon du 151e R.I
B
E
F
Fonderie
PC. 151e R.I.
Faubg de Reims
Fonderie
la Crise
Faubg de Crise
2e Bon du 151e R.I.
Gare
Venizel
33
34

Fig. 4.

Au pont des Anglais. — Les premières tentatives échouent, les sapeurs éprouvent des pertes sévères mais on peut situer les mitrailleuses ennemies qui sont sous béton. L'infanterie installe un dispositif de feux pour les contrebattre et réussit à les maîtriser. *Les sapeurs sous cette protection* peuvent alors opérer et le passage se fait sans trop grandes difficultés.

Passage du 2e bataillon. — Il doit se faire à droite du chemin de fer et à la gare d'eau (F).

A droite du chemin de fer et sur les ruines du pont toutes les tentatives échouent sous le feu des mitrailleuses ennemies. L'infanterie ne peut pas prendre sur elles la supériorité du feu. Les sapeurs se font vainement tuer, le passage échoue sans autre résultat que des sacrifices inutiles.

A la gare d'eau (F). — On réussit au cours d'une accalmie du feu ennemi à passer douze fantassins, mais pris à partie dès leur arrivée sur l'autre rive, ils sont obligés de se tenir dans l'angle mort que fait celle-ci et ne peuvent déboucher.

A partir de ce moment, la rive de départ est prise sous le feu de bombes à ailettes, les fantassins ne peuvent pas maîtriser les engins ennemis, toutes les tentatives échouent. *La protection par l'infanterie n'est pas acquise.*

Mais dès que le 1er bataillon fait sentir son action et après sa réussite, le passage se fait.

On peut donc conclure que si au moment où l'on aborde un cours d'eau, l'infanterie soutenue par l'artillerie ne prend pas la maîtrise du feu sur les éléments ennemis *situés* de l'autre côté, les premières tentatives de passage échoueront. Elles ne pourront être reprises *de jour* avec chances de succès que lorsque la maîtrise du feu sera acquise donnant ainsi aux sapeurs la protection sans laquelle ils sont impuissants.

Tentative de passage de l'Aisne par la 56e division de réserve (56e D. R.) les 12 et 13 septembre 1914 (Voir planche I complétée par croquis nº 5).

La situation générale est celle indiquée plus haut pour le passage de l'Aisne par le 4e C. A. La 56e D. R. a attaqué Pommiers avec ses avant-garde le 11 septembre au soir. Elle est encadrée à gauche par le 7e C. A., à droite par la 55e D. R. de réserve.

Pour comprendre les opérations de la 56e D. R. et surtout la façon dont elles se sont déroulées le 12 et le 13 septembre, il faut se reporter au mois de septembre 1914. A tous les échelons du Commandement on est convaincu que les Allemands sont tellement battus (1), qu'ils fuient devant nous et que leurs velléités de résistance s'épuiseront vite. On espère que la retraite allemande sera le pendant de la nôtre de Charleroi à la Marne et qu'on ne peut moins faire que de ramener l'ennemi à ses frontières. De là un certain mépris de l'adversaire et une idée dominante : aller de l'avant.

La reproduction intégrale du Journal de marche de la 56e D. R. et des unités du génie vont nous permettre de suivre les opérations et d'en tirer quelques enseignements.

Journée du 12 septembre.

Journal de marche de la 56e D. I. de réserve. — L'Armée allemande semble continuer sa retraite vers le nord. l'Armée anglaise à notre droite atteint Saint-Rémy. La 6e Armée française reprend son offensive vers le nord-est pour aborder et franchir l'Aisne. La 56e D. R. est encadrée à droite par la 55e D. R. de réserve qui se porte sur le pont de Bois-Roger, à gauche par le 7e C. A.

---

(1) La lecture des documents de la Section historique donne nettement cette impression.

qui se porte par Cœuvres et Amblény sur le pont de le Port.

La 56e D. R. a l'ordre de passer l'Aisne à Pommiers. Elle reprend son mouvement offensif par Pommiers, Tilleul-de-la-Claux, Saconin-et-Breuil : 112e brigade en première ligne, 111e brigade en deuxième ligne. La 112e brigade détache un groupe avec 2 bataillons sur Pernant et Mercin, Q. G. à Saconin-et-Breuil.

Journal de marche de la Compagnie du génie 6/11 du 9e génie. — La compagnie reprend la tête d'avant-garde qui suit la route Pommiers—Saint-Armand—Vaux où la compagnie se rassemble.

Le capitaine et les sous-lieutenant de la compagnie partent avec le commandant du génie de la D. I. pour reconnaître le pont de Pommiers. *Mais les avant-gardes d'infanterie n'ayant pas dépassé le village de Mercin, ils sont obligés d'attendre.* L'infanterie n'ayant reçu aucun ordre de se porter en avant, le commandant donne l'ordre au sous-lieutenant de se porter en reconnaissance du côté de Pommiers.

Mais arrivé à la voie du chemin de fer, il est accueilli par une salve d'artillerie. D'autre part, les fantassins allemands sont retranchés à l'entrée du pont. Il revient pour rendre compte au commandant. Il lui indique la position d'une batterie basse allemande. Le capitaine est allé chercher la compagnie. Pendant ce temps il la met dans le parc du château.

Le commandant part en reconnaissance avec le capitaine et 2 sergents; mais à peine ont-ils dépassé la grande route qu'ils sont acceuillis par une salve d'artillerie qui blesse grièvement le capitaine à la poitrine

Les fantassins allemands les obligent d'autre part à se mettre derrière une meule de paille et à n'en pas bouger. Vers le soir, le capitaine peut être ramené au château.

Journal de marche de la compagnie d'équipage de

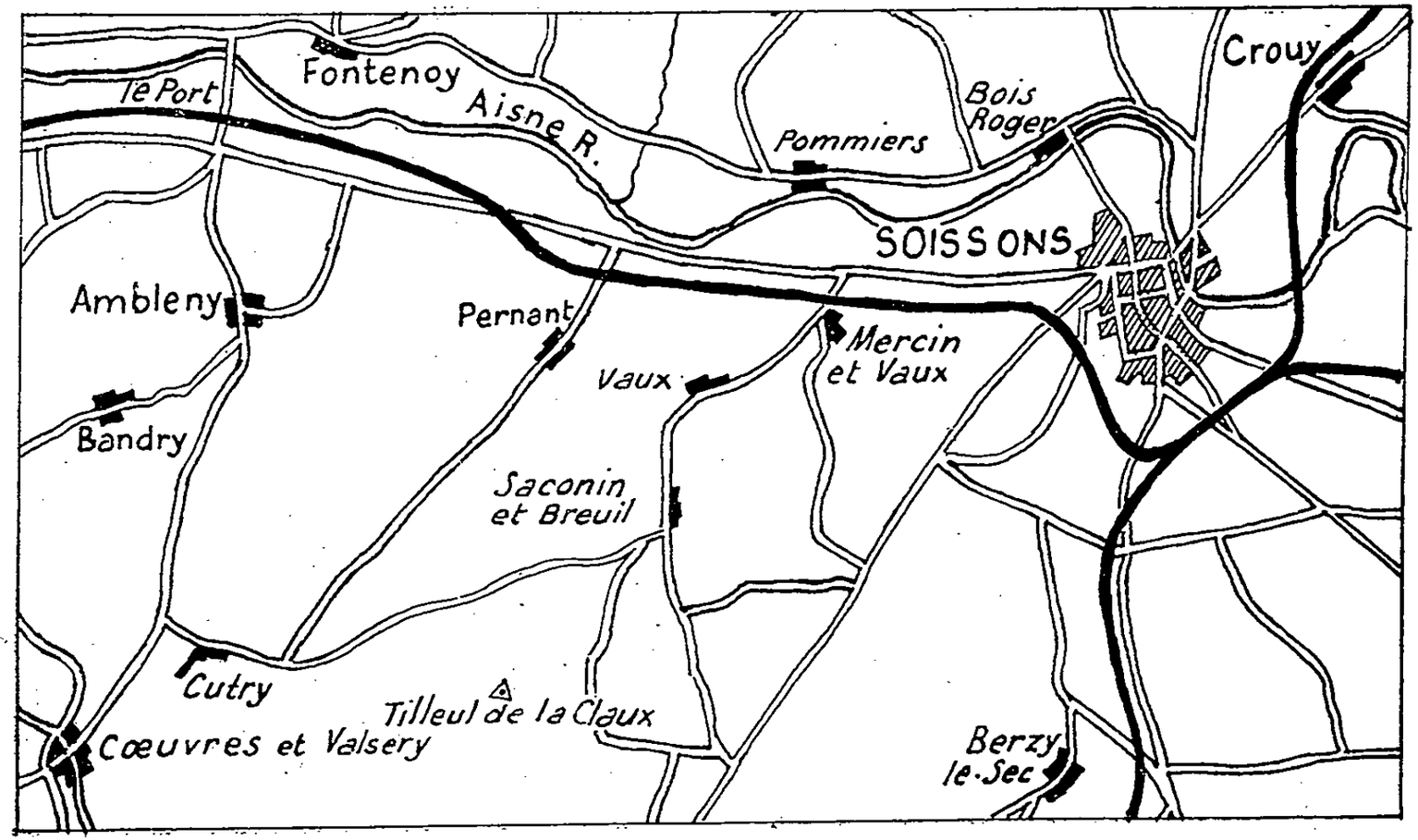

le Port
Fontenoy
Aisne R.
Pommiers
Bois Roger
Crouy
SOISSONS
Ambleny
Pernant
Vaux
Mercin et Vaux
Bandry
Saconin et Breuil
Cutry
Tilleul de la Claux
Cœuvres et Valsery
Berzy le Sec

Fig. 5.

pont de la 56e D. R., compagnie 6/17 du 9e génie. — Départ d'Antilly à 7 h pour se rendre à Saint-Pierre-Aigle. Après une position d'attente, la compagnie a reçu l'ordre de se rendre à Saconin où elle arrive à 21 h et y cantonne.

Enseignement. — Comme à la 69e D. I. et tant que le feu ennemi n'est pas suffisamment maîtrisé, même les reconnaissances ne peuvent pas aborder la rivière. Il faut avouer que dans ce cas d'espèce c'était faire bon marché de la surveillance allemande et de ses moyens de feu que de supposer que là où le fantassin ami ne pouvait pas progresser sur un terrain découvert (1), les officiers du génie et leur troupe pouvaient faire mieux.

En ce qui concerne la compagnie d'équipage de pont, la distance de 25 kilomètres où elle était des éléments avancés le 11 au soir était peu en harmonie avec le désir d'aller vite dont on était animé à tous les échelons et alors qu'on allait se heurter à l'Aisne.

Il ne semble pas non plus qu'il y ait eu la moindre liaison entre les éléments d'infanterie et le génie. Ce fait était dû à un manque de doctrine avant 1914. Il faut oser avouer qu'à cette époque les officiers du génie étaient rarement appelés à travailler en commun avec les autres armes et s'occupaient plus de travaux techniques que de préparation à la guerre.

Journée du 13 septembre.

Journal de marche de la 56e D. R. — L'ennemi n'a pas fait de résistance sérieuse au sud de l'Aisne. Les avant-gardes sont arrêtées sur la rivière par de l'infanterie appuyée par de l'artillerie qui occupe la rive

(1) Au cours d'un exercice de cadres en mars 1931, il a été possible de revivre sur place cet épisode de guerre et de se rendre compte de la situation vraiment risquée dans laquelle s'étaient trouvés les éléments du génie de cette division.

nord. Tous les ponts ont été détruits par les Allemands. La 6e armée tente le passage dans la nuit (du 12 au 13). Le 7e C. A. réussit seul à faire le passage de la rivière à Vic-sur-Aisne. La 56e D. R. prise sous un feu violent d'artillerie et de mousqueterie « *ne peut jeter son pont* ». Le poste de commandement du général commandant la 56e D. R. à la station de Mercin se trouve toute la journée sous une grêle continuelle d'obus allemands. Avec beaucoup de difficultés le général commandant la 56e D. R. parvient à faire passer l'Aisne par des moyens improvisés à deux compagnies du 350e qui prennent pied sur l'autre rive.

Pendant la reconnaissance de la rivière, le génie subit des pertes très appréciables. Le lieutenant Becquet, de la compagnie divisionnaire du génie, est tué, le capitaine Doizelet, commandant la compagnie divisionnaire est très gravement blessé et le capitaine Carpentier commandant la compagnie d'équipage de pont est également frappé très grièvement. Les troupes de la 56e D. R. s'établissent la nuit sur les emplacements qu'elles occupent, couvertes par des avant-postes de nuit, dans la zone Pernant, Mercin, Saconin et Breuil où s'établit le Quartier général.

Journal de marche de la compagnie 6/11. — Le sous-lieutenant de la compagnie reçoit l'ordre de se porter au pont de Pommiers pour le reconnaître avec une section. Arrivé dans le petit bois à droite du pont (est), il observe la longueur du pont (40 m environ). Le pont peut encore servir pour le passage de l'infanterie. La fusillade commence presque immédiatement entre les fantassins allemands retranchés près du pont d'une part et la *section du génie et des chasseurs d'autre part.*

Au bout de deux heures, l'artillerie française canonne le petit bois; en voulant atteindre la batterie basse allemande elle force la section à se replier.

Une voiture de sapeurs mineurs qui avait *été rangée*

à la nuit le long du bois doit être abandonnée, deux chevaux ayant été tués. Un sapeur conducteur blessé est laissé le long d'un talus après avoir été pansé. Le sous-lieutenant rend compte au commandant de ce qu'il a observé. La compagnie est à ce moment rassemblée au Château. *Deux voitures de s/m. sont sur la route sous le feu des canons allemands.*

Vers 2 h de l'après-midi, le lieutenant Becquet passant dans la cour du Château à bicyclette est blessé par un projectile qui éclate sous sa selle; il est transporté au Château et malgré les soins d'un médecin il meurt à 4 h 30 du soir. A 8 h du soir, la compagnie reçoit l'ordre de se diriger vers Pernant pour opérer le passage d'un bataillon d'infanterie de la 56e D. R.

Arrivée vers Pernant à 11 h du soir, elle reçoit un contre-ordre et doit aller coucher à Cutry où elle arrive à 3 h du matin.

Journal de marche de la compagnie d'équipage de pont 6/17. — La compagnie ayant reçu l'ordre de la 56e D. R. de se rendre à Vaux et de se mettre à la disposition du commandant du génie de cette division, elle se trouve à l'entrée ouest de Vaux à 5 h.

Un officier d'E.-M., M. Kieffer, ayant ordonné à la compagnie de se porter sur Mercin, le capitaine commandant fit traverser Vaux à sa compagnie, l'engagea sur la route de Vaux à Mercin et l'arrêta au droit des dernières maisons du village.

Quelques obus étant tombés à proximité des premiers haquets à bateaux, il laissa la compagnie sous les ordres de son sous-lieutenant et partit lui-même pour rendre compte au commandant du génie de la position d'attente de sa compagnie.

Il devait pour remplir sa mission traverser une zone très fortement battue par l'artillerie ennemie. Il s'y engagea bravement à bicyclette, mais il ne put aller bien loin, un obus le renversa. Peu grièvement blessé,

il voulut remonter à bicyclette pour continuer d'aller de l'avant, mais un nouvel obus le coucha de nouveau à terre.

Lorsqu'on le releva, il portait deux plaies à la jambe gauche, trois plaies pénétrantes dans le dos, une plaie à l'épaule et une plaie au bras droit.

Pendant ce temps, le sous-lieutenant coupa sa colonne en deux de façon à cacher les voitures menacées derrière la cote 53 de la carte d'état-major au 1/80000e et resta dans cette position attendant des ordres.

Prévenu de ces différentes péripéties, le commandant du génie donna l'ordre au sous-lieutenant de prendre le commandement de la compagnie, de lui faire faire demi-tour et de la porter en vue du passage de l'Aisne par la Râperie de la Croix Sainte-Créaude, Pernant.

Étant donné le *peu de largeur du chemin à suivre*, cet ordre ne peut *être exécuté que le soir* et la compagnie se porte aussitôt vers le point qui lui était assigné entre la Râperie et le château de Pernant. Elle fut rejointe par le commandant du génie qui, étant donnée l'heure tardive de son arrivée, lui donna l'ordre d'aller bivouaquer sur la route de la Râperie à Cutry. L'exécution de ce mouvement fut terminée à minuit.

Commentaires. — La lecture de ces documents est très édifiante et montre nettement, qu'en fait nous n'avions aucune doctrine et aucune idée de ce que pouvait être le passage d'un cours d'eau au cours du combat, sinon on n'aurait pas engagé le génie de cette manière.

1° Cette division qui opère en somme sur un front assez étendu : Pernant inclus, Mercin et Vaux inclus au minimum, ignorant encore en quels points de l'Aisne elle pourra tenter le passage, engage résolument sa compagnie du génie en tête d'avant-garde dans le ravin de Saconin-et-Breuil et, chose plus grave, y engage aussi

la compagnie d'équipage de pont, c'est-à-dire une unité peu maniable, peu souple, encombrante.

Cette unité, à partir du moment où elle quitte Saconin et Breuil, marche sur une route étroite, sans dégagement.

Elle ne peut plus être manœuvrée facilement. Le passage ne peut être désormais tenté avec ce matériel, qu'à Pommiers à l'exclusion de tout autre point, car on ne pouvait pas espérer en plein jour, déplacer cette unité sur la seule rocade possible formée par la route nationale Soissons—Compiègne.

Lorsque le Commandement émettra le désir de passer un bataillon à Pernant, la compagnie d'équipage de pont ne pourra pas y arriver, pas plus d'ailleurs que la compagnie du génie 6/11 et ces unités essaieront vainement dans la nuit de remplir la mission pour laquelle elles sont déplacées.

2° Deux compagnies d'infanterie sont passées par moyens de fortune, le Journal de marche de la compagnie du génie étant muet sur ce point on doit en conclure que les fantassins se sont débrouillés comme leurs camarades du IVe C. A. et ont exécuté par leurs propres moyens un passage qui régulièrement eût dû incomber aux sapeurs. Par contre on sent partout l'idée fixe de construire surtout un pont. Le Journal de marche de la D. I. dit bien qu'elle n'a pas pu « jeter son pont ».

Une section du génie est poussée en avant, vers le pont de Pommiers et en fait y combat simplement comme fantassin avec les chasseurs, et ne peut y faire œuvre de sapeur puisqu'elle n'a même pas la protection par le feu indispensable pour pouvoir aborder la rivière.

On a l'impression nette que la rivière a été atteinte sans qu'à aucun moment le commandant du génie de la D. I. ait agi en liaison avec le Commandement pour

arrêter d'avance les conditions dans lesquelles on devait envisager le passage de l'Aisne, c'est-à-dire comment il convenait d'articuler le personnel et le matériel du génie — dans le dispositif tactique d'attaque — pour parer à toute éventualité et pouvoir manœuvrer suivant les circonstances.

C'est là l'enseignement essentiel à tirer de cet exemple, et dont on peut conclure qu'il est indispensable que, dès le temps de paix, les officiers appelés à commander le génie des grandes unités soient rompus et entraînés à travailler en liaison avec le Commandement et l'infanterie tant au cours d'exercices sur la carte, qu'au cours des grandes manœuvres annuelles.

Fort de ces exemples, comment allons-nous articuler dans l'espace, les moyens du génie, d'un C. A. par exemple, à partir du moment où cette grande unité entreprenant sa marche d'approche envisage le passage d'un cours d'eau barrant sa zone de progression. Nous admettons bien entendu, que les commandants du génie D. I., C. A. ont fait tous les préparatifs et prévisions dont nous avons parlé plus haut et que par suite, ils ont en mains tout les moyens matériels leur permettant de faire face à toutes les éventualités.

Qui dit marche d'approche, dit marche sur un terrain soumis déjà à l'action du canon ennemi (1), donc quasi-certitude pour les avant-gardes d'être aux prises bientôt avec des troupes ennemies ayant elles, une mission offensive ou défensive, sans que le Commandement soit généralement bien fixé à ce sujet (2).

---

(1) *Règlement sur la manœuvre et l'emploi tactique des grandes unités.*

(2) L'étude des événements du début de 1914, tant du côté français que du côté allemand est extrêmement intéressante à ce sujet et mériterait une étude sur la psychologie du Commandement qui serait très intéressante : idées préconçues, confiance illimitée, mépris de l'adversaire, etc., etc... L'impression générale qui s'en dégage est que quelques-unes des premières opérations et en particulier les combats de rencontre ont ressemblé beaucoup, toutes proportions gardées, à des combats de nègres dans un tunnel.

Donc, dès la prise de contact, les éléments avancés ou avant-garde, c'est-à-dire ceux qui sont échelonnés sur une profondeur de 500 à 800 m (1) sont exposés à des incidents de manœuvre. La puissance du feu moderne donnera souvent à ces incidents peu importants l'allure de combats sérieux. Dès lors si on mettait à la disposition des unités d'infanterie (généralement bataillons) qui opèrent dans cette zone des fractions du génie (section, par exemple) elles risqueraient fort d'être engagées dans le combat, *qu'on le veuille ou non*, avant que l'heure fût arrivée de remplir la mission pour laquelle elles auront été affectées à ces unités d'infanterie. D'autre part les chefs de bataillon d'infanterie aux avant-gardes auront déjà assez à faire avec leur unité sans qu'on leur donne encore le souci de s'occuper de l'élément Génie. On risquerait fort alors de voir se reproduire cette mise à la disposition d'unités du génie qui, en 1914, par cascades successives, faisait passer une compagnie du génie des ordres d'un général de brigade, à ceux d'un commandant de compagnie d'infanterie du grade d'adjudant (2) ignorant tout de la situation.

D'autre part les avant-gardes d'après les idées actuelles n'opèrent pas comme autrefois par colonnes, mais bien en formations déployées ratissant toute la zone d'action de la grande unité. Ce sont généralement des bataillons accolés, échelonnés en profondeur bien entendu qui ont la charge de ce ratissage.

Mettre des unités du génie à la disposition de ces bataillons, ce serait admettre *a priori* le dispositif de passage du cours d'eau. Or, les fluctuations de la bataille peuvent conduire à concentrer les moyens sur le front d'un seul bataillon. Si on les a déjà éparpillés on

---

(1) Essentiellement fonction de la nature topographique du terrain.

(2) *Emploi tactique du Génie*, par le colonel BAILLS. Ch. Lavauzelle éditeur.

risque fort de ne pouvoir les concentrer au moment du besoin.

Nous concluons donc que ce n'est pas à l'échelon avancé des avant-gardes qu'il faut mettre le personnel du génie.

Cette conception pouvait être admise en 1914 parce que les moyens de liaisons étaient précaires et que les commandants des avant-gardes étaient généralement assez mal renseignés sur la situation de leurs troupes.

C'est une éventualité moins à craindre à l'avenir, eu égard aux dotations et à la nature des moyens de transmissions de tous les échelons. Aussi il y a intérêt semble-t-il à placer les éléments du génie à proximité de l'autorité qui, constamment au courant de la situation d'ensemble, pourra les manœuvrer et les engager à bon escient.

Dès lors, la place des unités avancées du génie est à hauteur des commandants des avant-gardes, c'est-à-dire des généraux commandant les I. D. auprès de qui se tiendront les commandants de bataillon du génie divisionnaire (1).

Quelle importance donner au génie des avant-gardes d'une division?

Une compagnie doit suffire, l'autre compagnie placée en tête du gros de la D. I., sera suffisamment près de la précédente, pour pouvoir *si les circonstances l'exigent* être engagée à propos.

D'ailleurs le fait que le chef de bataillon du génie sera constamment au courant de l'évolution du combat, pendant la progression vers la rivière, et aussi en liaison continue avec le commandant du génie divisionnaire,

(1) Ceci n'exclut pas l'envoi en avant d'échelons de reconnaissance avancés, véritables patrouilles du génie, prêtes à profiter de toute solution de continuité dans le dispositif ennemi pour essayer d'atteindre la rivière en même temps que l'infanterie et y empêcher peut-être la destruction de ponts par l'ennemi. Il s'agit ici de détachements comprenant un officier ou un sous-officier et quelques hommes résolus.

donnera la garantie que cette deuxième compagnie sera poussée progressivement en avant suivant les besoins.

Quels moyens mettre à la disposition de ces unités et comment les articuler?

A un moment donné, c'est-à-dire quand les éléments les plus avancés d'infanterie aborderont la rivière, et y installeront le dispositif de feu qui seul permettra le passage, les sapeurs et leur matériel devront progresser de jour sous le feu.

Donc ce matériel devra être de même nature quant à son encombrement et à son poids, que celui que le fantassin peut faire circuler dans la même zone.

Le sapeur n'est pas un surhomme quant à la charge qu'il peut porter, ni un dieu quant à son invulnérabilité.

Or, que porte le fantassin dans cette zone? Sa charge maximum, en dehors de son équipement, paraît être la mitrailleuse, c'est-à-dire une charge de 25 kg.

Voilà donc le poids maximum de l'élément unitaire de matériel de franchissement de rivière sur lequel il faut compter pour les opérations de mouvement en plein jour.

Le train de combat des compagnies porte un matériel répondant à ces conditions, c'est le sac Habert, qui ne pèse que 6 kg, mais qui malheureusement exige pour son remplissage quelque 80 kgs de paille ou de branchages (1). Cette opération dure vingt minutes et devra se faire à proximité immédiate de l'ennemi, c'est-à-dire qu'elle sera toujours mal commode.

Mais jusqu'à nouvel ordre (2) ce matériel reste le seul possible et il faut donc s'en contenter.

---

(1) A ce point de vue, il serait très intéressant d'étudier une caisse pliante (charpente seulement) susceptible de se déplier à l'intérieur du sac et de le tendre (analogie avec l'ancien bateau Veyry). Si on pouvait créer un dispositif réglementaire de ce genre, qu'on chargerait sur les trains de combat, le sac Habert deviendrait un matériel de combat de tout premier ordre.

(2) Les sacs kapok actuellement à l'étude (35 kgs environ) seraient un

Une conclusion qui découle immédiatement de ces considérations est que le franchissement de jour, en période de mouvement et en combattant, ne pourra être tenté que sur les lignes d'eau, sur lesquelles les moyens légers de franchissement pourront être efficacement employés.

Ce sera le cas des canaux de navigation, des rivières à courant calme (moins de 1 m 50) et de largeur moyenne (ordre de grandeur 60 m) sur lesquels on recourra le plus tôt possible à l'établissement de va-et-vient qui augmententle rendement des corps flottants.

Pour les rivières plus importantes ou plus difficiles, le passage de jour ne sera possible qu'en présence d'un ennemi n'offrant aucune résistance, c'est-à-dire si l'on peut amener en plein jour au bord de l'eau les équipages de pont. Ce sera rarement le cas.

Donc première conclusion : les sapeurs *porteront sur eux* du matériel léger permettant le passage d'éléments légers d'infanterie en navigation et l'établissement rapide de va-et-vient.

Mais ce sera évidemment insuffisant pour alimenter le combat et il faudra disposer d'autres échelons de matériel, susceptibles d'augmenter rapidement le *débit des premiers moyens de passage.*

Tant que la tête de pont en cours de conquête sur la rive ennemie ne sera pas assez étendue ou en tous cas, pendant le jour, le seul moyen pratique et possible sera la passerelle sur corps flottants de même nature que ceux utilisés par les premiers éléments ou trouvés dans la région parcourue.

Où placer cet échelon, comment le transporter et le pousser en avant?

Reportons-nous de nouveau au dispositif d'infanterie.

---

excellent matériel, parce qu'ils sont peu sensibles aux balles et aux éclats d'obus dont l'action réduit peu leur force portante pendant un certain laps de temps.

Celle-ci en arrière de la zone où les ravitaillements se font à bras, dispose d'échelons de ravitaillement sur roues, les uns avancés sur voiturettes de mitrailleuses, les autres sur ses voitures de train de combat.

Il n'y a qu'à adopter pour les moyens du génie le même échelonnement en utilisant soit les voiturettes de mitrailleuses (porte-pièces), débarrassées de leur pièce, soit des voitures légères, réquisitionnées ou prélevées sur la compagnie hippomobile de la D. I.

Ces échelons de matériel marcheront avec les fractions du génie et seront manœuvrés comme elles.

Les échelons les plus légers marcheront à hauteur de l'I. D. et seront poussés en avant avec les sapeurs suivant les circonstances, l'échelon plus lourd sera maintenu plus en arrière.

On voit ici apparaître l'importance du rôle du chef de bataillon commandant les compagnies divisionnaires à qui incombera précisément le principal rôle dans le déplacement de ces échelons et leur mise à la disposition de telle ou telle fraction du génie.

Ces échelons de matériel devront être divisés de façon que chaque groupe corresponde à la construction d'une passerelle entière.

Quant au nombre de passerelles, il sera essentiellement fonction des moyens qu'on aura pu préparer d'avance aux échelons D. I. et C. A., c'est-à-dire qu'il dépendra surtout de *la valeur personnelle des officiers et cadres du génie des grandes unités et de leur activité à tirer parti des ressources locales en peu de temps.*

Ici la facilité de déplacement que donne le camion automobile permettra de laisser dans les endroits possédant des ressources locales intéressantes (bidons d'essence vides, bidons de carbure étanches, bidons de lait, tonneaux, etc..., chevrons, voliges, etc...) des détachements d'ouvriers en bois pour ouvrer du matériel de passerelles, qui pourra, aussitôt prêt, être poussé en

avant et rattraper les unités qui pendant ce temps auront progressé. *Il y a là un élément nouveau, susceptible de permettre l'exploitation facile des ressources locales en période de mouvement.*

Il n'en était pas ainsi en 1914 avec les voitures à chevaux.

Ces prévisions, cette préparation entreront surtout dans les attributions essentielles des commandants du génie de D. I., de C. A. et d'armée, dont le rôle principal à chaque échelon est de se préoccuper *toujours de fournir à l'échelon plus avancé ce qui lui est nécessaire* et *de lui faciliter sa tâche.*

D'où découle l'*obligation pour chaque échelon du génie de tenir au courant l'échelon plus en arrière des missions qu'il reçoit et des moyens complémentaires qui lui seraient nécessaires, en dehors de ceux qu'il peut se procurer ou préparer lui-même.*

C'est assez dire qu'il faudra que tous les échelons du Génie travaillent en liaison étroite et collaboration constante, pénétrés que souvent toute mission donnée aux échelons du Génie les plus avancés est *une mission d'intérêt général* à laquelle ils se *doivent de collaborer tous sans exception.*

En opérant ainsi, de l'avant à l'arrière se constitueront des échelons mobiles de matériel de plus en plus lourds, qui permettront le moment venu de compléter le matériel organique qui sera presque toujours insuffisant.

Ayant ainsi envisagé la place du Génie divisionnaire dans le dispositif de progression, comment envisager maintenant l'articulation des moyens du C. A., c'est-à-dire les compagnies de corps et l'équipage de pont de C. A. (mod. 1901) qui jusqu'à nouvel ordre est le seul matériel réglementaire à grand rendement dont nous disposerions demain, s'il fallait partir en campagne.

Les compagnies du Génie de C. A. — Ces unités sont appelées à intervenir soit pour renforcer les Génies divisionnaires, soit pour les relever, soit enfin pour faire un travail propre, la plupart du temps les ponts par la mise en œuvre de l'équipage de ponts. La raison en est que si les D. I. progressent au delà de la rivière, elles auront besoin de leurs compagnies du génie pour remplir d'autres missions (communications à améliorer, organisation du terrain en certains points du champ de bataille, etc..., etc...).

Donc la place de ces unités en tête du gros des éléments du C. A. (E. N. E.) est toute indiquée.

Équipage de ponts. — Où le placer? Il s'agit là d'une unité lourde, encombrante, assez peu maniable et très gênante pour la circulation des convois qui la croisent ou la doublent et qui, elle aussi, éprouve la même gêne si elle doit doubler ou croiser d'autres unités sur roues (1).

La question du réseau routier de la zone du C. A. jouera ici un rôle de premier plan. En bonne règle, cette unité doit marcher sur les traces des compagnies du Génie de C. A. Quant à l'itinéraire à lui imposer ce sera évidemment l'itinéraire à plus *large voie* de la zone ou un itinéraire *spécial et réservé* à voie unique.

En tout état de cause et quelle que soit la soluiton adoptée, il y aura une prévision à faire, des ordres à donner, pour *qu'au moment de la poussée en avant de l'équipage de pont jusqu'à la rivière* (à la tombée du jour ou aux premières heures de la nuit), *toutes dispositions soient prises afin que l'itinéraire à suivre soit à sens unique à partir d'une heure à fixer par le Commandement et que toute infraction soit immédiatement réprimée* (2); c'est-à-dire que l'équipage de pont devra être accom-

---

(1) Un équipage de pont modèle 1901 sur route s'allonge sur 1.000 à 1.500 m environ.

(2) C'est une chose de toute première importance à l'heure actuelle. Le matériel sur roues des grandes unités a presque triplé depuis 1914, c'est-à-dire que la circulation sur les routes sera très considérable et

pagné d'un *officier d'E.-M.* ayant autorité pour faire déboîter dans les champs bordant l'itinéraire *tout convoi, quel qu'il soit*, qui aurait violé les ordres. La priorité de passage de l'équipage de pont (mod. 1901) est ici une condition *sine qua non* du succès, qui si elle n'est pas respectée, peut conduire à des catastrophes par le retard et le trouble pouvant en résulter sur le débit des moyens de combat au delà de la rivière.

Les échelons du Génie de D. I. devront-ils attendre l'arrivée de l'équipage de ponts pour entreprendre la construction de ponts sur le cours d'eau?

En principe non. Si les commandants de Génie divisionnaire *ont pu soit préparer du matériel de fortune* (chevalets à 2 pieds ou chevalets palée par exemple), *soit en recevoir de l'arrière*, leur devoir est d'entreprendre au plus tôt la construction de ponts de 4 tonnes au moins, en même temps qu'ils lanceront des passerelles aux emplacements prévus par le Commandement.

En agissant ainsi ils pareront à la carence ou aux pertes de l'équipage de pont et *faciliteront la tâche du Génie de C. A.* (1).

Telle doit être semble-t-il l'articulation des moyens du Génie au cours d'une progression donnant lieu à des combats.

Cette articulation doit être en somme conçue de manière à pouvoir vaincre l'obstacle le plus tôt possible afin d'empêcher l'ennemi de se cramponner et de faire tête. Cela exige évidemment, à tous les échelons, des officiers et cadres rompus à la technique des corps de troupe du Génie et à la tactique des grandes unités.

(*A suivre.*) Colonel Bailles.

---

qu'elle sera rendue plus difficile du fait de l'hétérogénéité des éléments sur roues (motocyclettes, autos de tourisme, camions, tracteurs, chenilles, chevaux, etc., etc.).

(1) Ce doit être une idée constante chez les commandants du génie des grandes unités d'aider ceux qui sont en avant d'eux, et de faciliter la tâche de ceux qui viennent derrière eux.

LES AUXILIAIRES DE LA COUVERTURE

AVIATION — DESTRUCTIONS — FORTIFICATION

(*Suite et fin*) [1]

Nous venons d'étudier l'appui procuré à la couverture par les destructions aériennes et les destructions terrestres. Les destructions aériennes s'appliquent au territoire ennemi et aux arrières ennemis et ne soulagent le combattant qu'à échéance relativement lointaine. Les destructions terrestres constituent un appui plus immédiat à la manœuvre de la couverture, mais leur mise en œuvre implique un abandon du terrain, à cadence, il est vrai, plus lente que par le seul jeu du combat retardateur.

Cet abandon du terrain ne peut se poursuivre indéfiniment, que sa limite soit fixée par le souci de céder le moins possible de territoire national, par la distance des zones à couvrir — zones de débarquement, centres économiques, ou encore par la nécessité de se réserver des bases de départ offensives. Pour conserver le terrain, le défenseur fait appel à la fortification.

CHAPITRE IV

APPUI DE LA FORTIFICATION A LA COUVERTURE

L'appui demandé par la couverture à la fortification a été exposé comme il suit par le commandant Mon-

---

(1) Voir la livraison de janvier-février 1932.

tigny (1) : « La couverture devra suppléer à ses insuffisances d'effectifs par l'organisation du terrain »; cette organisation reposera sur une ossature, réalisée en fortification permanente (formes d'ouvrages différents suivant les terrains), et « complétée au moment du besoin par les troupes de couverture disposant pour cela des outils, matériels et matériaux emmagasinés... dans des entrepôts voisins ». En somme, l'*économie des forces* est demandée à la fortification de campagne, comme à la fortification permanente. Dans quelle mesure l'une et l'autre peuvent-elles l'assurer?

La fortification permanente, la couverture et l'économie des forces.

L'expression « économie des forces » signifie-t-elle « possibilité d'extension des fronts défensifs »? On peut se le demander. En effet, la puissance de l'armement défensif des troupes d'infanterie est telle que, dans la plupart des terrains, les fronts défensifs qui peuvent leur être attribués ont leur limite, non dans les possibilités de feux, mais dans les possibilités de commandement et surtout de surveillance contre les infiltrations. A telle enseigne que, sur un même terrain, une unité d'infanterie exécutant un combat retardateur pourra tendre un rideau de feux continus sur un front double ou triple de celui qu'elle aurait occupé avec une mission de résistance sur place (2). Les possibilités d'extension des fronts défensifs seraient ainsi liées aux possibilités de l'armement et limitées, dans la résistance sur place, par des minima d'effectifs.

A défaut d'économie des forces dans l'espace, il est possible de demander à la fortification permanente l'économie des forces *dans le temps*, et l'on sait toute la valeur du facteur temps en couverture. Prenons une

(1) *Revue du Génie*, février 1931, p. 202-203.
(2) Compte tenu d'un échelonnement en profondeur différent.

unité d'infanterie étalée sur un très grand front, trop vaste pour une installation défensive en règle, mais suffisant pour l'établissement d'un rideau de feux; si l'assaillant, favorisé par le terrain, amorce une infiltration, le défenseur n'a d'autre ressource que de se décrocher pour tenter de recommencer plus loin le même jeu; la résistance est ainsi limitée dans sa durée et implique à chaque fois l'abandon du terrain; or cet abandon a des limites. Enfermons le défenseur dans la fortification permanente, organisée en points d'appui fermés et protégés; l'infiltration n'entraînera plus l'abandon du terrain par le défenseur, et la gêne du rideau de feux pourra subsister non plus quelques heures mais peut-être les quelques jours nécessaires à l'arrivée des gros; bien entendu, le terrain n'est pas intégralement conservé, mais l'assaillant ira-t-il bien loin tant qu'il ne disposera, entre des îlots de résistance toujours actifs, que d'étroits cheminements à faible débit, et ne sera-t-il pas conduit, arrêtant sa progression, à entreprendre des sièges en règle avec tout ce que ces opérations nécessitent de moyens à réunir et de *temps à perdre*. Il semble que là soit le véritable mode d'action de la fortification de couverture (1).

L'économie des forces se traduit ainsi par des *possibilités de durée* (2); elle ne comportera des possibilités d'accroissement des fronts qu'en fonction d'un accroissement de puissance de l'armement de la fortification permanente.

La fortification permanente en couverture et le problème des effectifs.

Pour remplir un tel rôle, il faut harmoniser les effec-

(1) Surtout si elle combine ses feux avec des destructions.

(2) Par la protection du défenseur, par la constitution, au lieu d'emploi, de lots importants d'approvisionnements, par la limitation des possibilités d'infiltration, par le temps que perd l'assaillant à réunir ses moyens d'attaque.

tifs à affecter aux garnisons de la fortification avec les faibles ressources de la couverture à ses débuts. Un tel problème ne se posait pas avant la guerre, parce que l'armement de la fortification était très différent de celui des troupes de campagne et permettait l'économie des effectifs et aussi parce que le service à long terme procurait une couverture numériquement très étoffée.

L'évolution de l'armement défensif au cours de la guerre et de l'après-guerre, les réductions successives de la durée du service actif ont changé profondément les éléments du problème, justifiant la durée de l'écart entre la fin des hostilités et le début des travaux d'organisation des frontières; il était nécessaire d'avoir des institutions militaires bien assises avant d'arrêter les bases d'une organisation permanente.

Le compromis à réaliser doit répondre aux besoins suivants :

— Occupation des ouvrages permanents en vue de leur mission de couverture;

— En avant, effectifs suffisants pour assurer : la sûreté de la fortification pendant le temps nécessaire à l'occupation de celle-ci (1), la mise en œuvre des destructions, la manœuvre en retraite entre la frontière et la position fortifiée;

— En arrière, réserves mobiles;

— S'il reste du personnel (et au fur et à mesure des renforcements), sûreté et organisation des intervalles entre les ouvrages permanents.

L'exposé de la réalisation de ce dosage sortirait du cadre de ce travail et demanderait l'étude d'un cas concret. Nous ne ferons que signaler les mesures d'organisation (garde permanente de la frontière en temps de paix, spécialisation de certaines unités de fortification, emploi de moyens mécaniques perfectionnés,

(1) Période courte, mais non nulle,

etc.) susceptibles de libérer pour la manœuvre le maximum d'effectifs tout en réduisant les délais de mobilisation de la fortification (1).

Le commandement et la liaison.

La fortification permanente procure en outre l'appui d'un commandement et d'une liaison organisée. Le commandement de la région fortifiée ou du secteur fortifié est en place dès le temps de paix; il est en mesure de fonctionner sans délai comme commandement provisoire du secteur de couverture, disposant, comme premiers effectifs, des troupes de garde de la frontière et de la garnison des ouvrages permanents en temps de paix.

L'organisation du commandement suppose établie la liaison en profondeur. La liaison latérale trouve, elle, aussi, une solution dans la fortification permanente. En effet, lorsque l'ennemi progresse à la limite de deux grandes unités, les difficultés du défenseur se trouvent accrues du fait que l'unité de commandement sur le point où l'on cède n'est pas réalisée; ces difficultés sont d'autant plus considérables que les unités sont plus étirées sur le terrain, et que l'échelon de commandement supérieur, commun aux deux grandes unités voisines, est à la fois plus éloigné (dans la hiérarchie et dans l'espace) et moins apte à intervenir rapidement dans la bataille. Dans ces conditions, les solutions admises dans la défensive classique — détachements mixtes de liaison, réserves en arrière de la limite de deux grandes unités et aux ordres de l'échelon supérieur... — sont

---

(1) « Ce qu'il importe de souligner, en tout cas, c'est l'importance qu'il y a de ne jamais rompre l'équilibre entre ces deux éléments liés de la défense nationale; les fortifications et les forces chargées de leur occupation. Chaque fois qu'on diminue les effectifs, il faut compenser cette perte sèche par un développement du matériel... Faute de cette précaution, l'équilibre se trouve rompu et la nation court à sa perte. » (Général SERRIGNY, *Réflexions sur l'Art de la Guerre*, p. 97-98.)

d'un faible rendement. Un ouvrage permanent à la limite de deux secteurs se substitue, avec sa garnison et ses moyens de transmission, à la fois au détachement mixte de liaison, et à l'unité — non plus réservée mais engagée, cette fois — reliée à l'échelon supérieur de commandement; il constitue, non un point de soudure, toujours faible par nature, mais un robuste pilier où viennent prendre appui les deux résistances contiguës (1).

L'appoint de la fortification de campagne.

Nous venons d'étudier le rôle des points d'appui permanents, ossatures de positions défensives très étirées, aux intervalles peu ou pas tenus, mais cependant battus par le feu, où ils apportent un commandement et une liaison organisés, des possibilités de résistance, d'interdiction (en avant des positions, simultanément avec les destructions; en arrière de ces positions, en limitant les possibilités de pénétration de l'adversaire) en un mot, de *durée*. C'est le cas minimum, le plus défavorable, d'une fortification attaquée très tôt, avant tout renforcement sérieux, et opposant à l'ennemi un barrage de feux continu, mais de densité relativement faible et de profondeur variable. Si l'attaque n'est pas immédiate, le répit ainsi laissé au défenseur sera utilisé à rendre ce barrage plus dense et profond, suivant la formule classique de l'organisation défensive. Cette transformation de la position permanente d'occupation discontinue en position continue et profonde sera progressive, au fur et à mesure de l'arrivée des renforts et des moyens d'organisation. Nous venons d'en définir le point de départ et le terme final; essayons d'en marquer les étapes.

Les travaux d'organisation seront exécutés sur des

---

(1) Les destructions, à la condition d'avoir une étendue suffisante, peuvent procurer une solution au problème de la liaison latérale. Mais l'exécution massive des destructions demande du temps; la fortification est toujours prête.

bases différentes. En effet, l'emplacement des points d'appui permanents ne peut être conservé ignoré de l'adversaire (1), mais les ouvrages qui les constituent puisent dans leur solidité la possibilité de braver les coups; au contraire, les points d'appui organisés en fortification de campagne, qui vont apparaître successivement sur le terrain, ne bénéficieront, au début du moins, que d'une protection précaire. On devra donc chercher à les dissimuler pour masquer leur faiblesse et pour ne pas trahir le dispositif du défenseur. Pour les dissimuler, on pourra soit profiter des couverts naturels, ce qui n'est pas toujours possible, soit les disposer dans le tracé d'une organisation d'aspect extérieur uniforme. L'idéal serait de pouvoir faire sortir de terre l'ensemble des organisations d'un seul jet, ce qui ne sera jamais possible faute de moyens. Puisque les travaux doivent être progressifs, on recherchera tout d'abord la *continuité de l'obstacle* (liée à la continuité des feux), puis la *continuité des communications* enterrées (liée à la continuité de la surveillance et assurant un premier couvert), simultanément, on réalisera la *continuité des transmissions*.

Les délais d'exécution de ces travaux peuvent être abrégés par l'emploi de la main-d'œuvre civile, d'un outillage mécanique et de matériaux approvisionnés à proximité, ainsi que par l'établissement préalable d'un *plan de travaux* qui fera, comme le plan de destructions, partie du plan de couverture. Ce plan réglera, entre autres, la participation aux travaux des unités arrivant sur la position, et devant être employées, suivant la formule consacrée « à proximité de leurs emplacements de combat »; cette formule est sujette à interprétation et son application doit être bien précisée : une unité

---

(1) Il n'en est pas de même de leur armement, et de l'emploi prévu pour cet armement.

aux avant-postes ne pourra guère s'écarter de ses emplacements effectifs de combat, surtout si une attaque est imminente; une compagnie sur la position principale n'ira pas travailler dans la zone d'action du régiment voisin, mais pourra être utilisée dans la zone d'action de son propre bataillon, parfois même de son régiment; des troupes en réserve pourront travailler dans toute la zone d'action de l'unité de qui elles dépendent, surtout si elles disposent de moyens de transport.

Une telle organisation exige des *délais d'exécution*, comparables comme durée aux délais de réalisation d'un plan de destructions. Mais alors qu'il est possible de mettre en œuvre un plan de destructions progressif, dont chaque stade correspond à un progrès effectif sur le stade précédent, la vulnérabilité d'une position en cours d'organisation n'est pas sensiblement diminuée tant que le minimum de travaux énumérés ci-dessus n'est pas réalisé. « Les positions sont comme les jeunes personnes : pendant leur période de croissance, elles sont particulièrement fragiles (1) ». Aussi, attaquées pendant cette période de travaux, elles bénéficieront bien du renfort de feux procuré par les unités qui les occupent, mais leur résistance reposera surtout sur la solidité des points d'appui permanents.

Ainsi donc, *brillant second* de la fortification permanente, à condition d'avoir eu le temps de prendre forme et tournure, la fortification de campagne doit réclamer aide et soutien à son aînée pendant toute la période d'organisation qui constitue pour elle l' « âge ingrat ». Au contraire, pendant toute la période de moyens réduits et de grands besoins, qui caractérise le début de la couverture, la fortification permanente procure un commandement et une liaison organisés, des emplace-

---

(1) Général Chauvineau, « L'organisation du terrain et ses conséquences » (*Revue Militaire Française*, 1er février 1930, p. 254).

ments préparés, « inscrivant le devoir sur le terrain » et vite occupés; elle contribue à l'économie des forces par la *durée ;* elle assure, en conservant le terrain, le gain de temps, objet essentiel de la couverture. « Dans la période initiale (du début d'un conflit), le temps a une valeur décisive. Les groupements de forces en vue des attaques et des ripostes y seront réalisés avec le maximum de rapidité, parce que des deux côtés il n'y a pas un jour à perdre... Au milieu de gens si pressés, la fortification permanente jouera le rôle d'un chantier de pavage au milieu de Paris. Elle n'aura nul besoin de durer des mois pour être gênante (1). »

CHAPITRE V

LA LIAISON DES PROCÉDÉS ET LE DÉFENSEUR

« Ce qui sera fait vaudra mieux
que ce qui serait parfait mais non fait. »
Général NORMAND.

Il nous reste à dresser le bilan comparé des procédés que nous venons de passer en revue, à juger de leur valeur relative au profit de la couverture, à la fois d'après ce qu'il est immédiatement possible de leur demander et d'après le résultat final qu'ils assurent.

Le délai d'intervention de l'*aviation* ne demande que le temps nécessaire à faire le plein des appareils et à charger les bombes; mais le déclanchement de l'action aérienne est subordonné à une décision d'*ordre politique*. Plus qu'une arme défensive, l'aviation est une « arme de représailles » (2). Le résultat final de l'action

(1) Général CHAUVINEAU, Conférences de fortification à l'École de Guerre.

(2) Cf. Discours de Lord Robert Cecil à la Société des Nations, 10 septembre 1931.

aérienne au profit de la couverture est imprévisible ; quelque illimitées que soient, une fois les opérations engagées, les possibilités de la « Stratégie verticale », le rideau n'est pas encore levé, l'entrée en scène de l'arme de l'air viendra à son heure.

Les *destructions* bénéficient d'une préparation et d'un commencement de réalisation en temps de paix. La durée de mise en œuvre des dispositifs de mine permanents est limitée au temps nécessaire au transport à pied d'œuvre des explosifs et du personnel, au chargement et à la mise de feu : ce temps constitue le *délai de démarrage* des destructions. Les moyens initialement restreints dont dispose la défense imposent une progressivité dans la réalisation, correspondant à des *résultats progressivement accrus dans le temps ;* l'efficacité maxima est obtenue quand les destructions revêtent un caractère massif (2). Toutefois la mise en œuvre des destructions nécessite un *repli.*

La *fortification permanente* peut répondre : « Toujours prête ». Elle conserve le *terrain.* Elle prolonge dans le temps, par l'appui de son feu, l'interdiction due aux destructions; elle permet au défenseur qu'elle abrite, de durer même isolé; elle prête aide et soutien à la fortification de campagne en voie de constitution et aux renforts successivement amenés dans ses intervalles; enfin, elle sert de base de départ à un débouché offensif. Toutefois elle ne peut jouer son rôle que si sa sûreté propre — par une occupation au moins partielle de ses locaux et par la garde de la frontière — est assurée en

---

(2) Le général Duffour fait ressortir les résultats du repli allemand de février-mars 1917, *couvert* par les destructions, qui « a montré que la destruction *totale* des voies de communication, sur une profondeur d'une étape permettait toute seule — c'est-à-dire sans actions retardatrices d'arrière-gardes — de réduire à *5 km* environ la vitesse de progression journalière d'un adversaire ardent et bien outillé ».

Les possibilités des engins motorisés « tous terrains » entraîneraient aujourd'hui quelques modifications à ces chiffres.

tout temps; en outre, il serait vain d'escompter d'elle une résistance indéfinie si son *isolement* devait être prolongé.

Enfin l'emploi de la fortification de campagne est caractérisé par la durée du délai d'exécution d'un minimum de travaux défensifs.

Dans tous ces procédés, la couverture trouve un appui — de valeur variable, il est vrai, suivant le *moment* où elle demande cet appui. Mais aucun d'eux ne se suffit, alors que tous se prêtent un concours mutuel; l'interdiction est assurée successivement dans le temps et l'espace par l'aviation, les destructions terrestres, le feu de la fortification; le temps nécessaire à la naissance de la fortification de campagne est donné par les destructions; enfin l'arrêt de la progression ennemie n'est définitif qu'une fois réalisée, grâce à la fortification de campagne, la continuité de la défense. Tous ces procédés devront donc être employés simultanément par le *défenseur*.

Nous n'avons guère parlé jusqu'ici de ce dernier qu'au point de vue du problème des effectifs. Il serait vain cependant de prétendre étudier la couverture sans mettre en relief les qualités nécessaires au combattant au cours de cette dure période d'opérations. *Qualités morales* d'abord, nécessaires chez l'homme et plus encore chez le chef, dans le combat retardateur où l'initiative a une large part, dans la défense des ouvrages permanents où la certitude des coups à recevoir se mêle à certaines périodes du combat à l'anxiété de l'isolement. Mais ce défenseur, répondant aux attaques d'avions par la valeur de son moral mais aussi par l'organisation de sa protection et les représailles de sa propre aviation, répondant à la surprise d'une attaque inopinée par la surprise des destructions et des organisations camouflées, compensant son infériorité numérique initiale par l'utilisation du terrain, la supériorité des moyens d'at-

taque par la supériorité de sa fortification permanente, ce défenseur est un combattant *instruit* dans l'emploi de ces procédés si divers.

Cette instruction, il en trouvera les bases en temps de paix dans la *liaison des armes*, dans le travail en commun, dans l'étude du terrain, dans la préparation des plans de mise en œuvre : plan de défense, plan de destructions, plan de travaux, dans une *tactique d'emploi de la fortification permanente* qu'il paraît désormais possible de prévoir dans nos règlements et de mettre en application au cours des exercices et des manœuvres. Il se rappellera surtout que ce qui est préparé vaut mieux que ce qui doit être improvisé, et que la valeur de ce qui n'est que préparé est inférieure à la vertu de ce qui est *prêt*.

Capitaine MANDAROUX.

CONSTRUCTION D'ABAQUES

POUR LE CALCUL DES CHUTES DE TENSION

DANS LES LIGNES TRIPHASÉES

CHAPITRE I

CALCUL APPROCHÉ

L'article sur « le transport de l'énergie réactive dans un réseau électrique de faible développement », paru dans la *Revue du Génie* de février 1930, fait ressortir les chutes de tension parfois considérables auxquelles ce transport peut donner lieu dans les lignes triphasées.

En particulier, pour les lignes alimentant des appareils absorbant de l'énergie réactive, on adopte généralement la formule :

$$u - u' = \mathrm{R\ I} \cos \varphi_1 + \mathrm{L}\ \omega\ \mathrm{I} \sin \varphi_1$$

exprimant que la chute de tension (simple) est égale à la somme arithmétique des chutes de tension respectivement produites par les composantes wattées et dewattées du courant absorbé par les moteurs (φ_1 étant le déphasage des récepteurs).

Si l'on admet que la valeur du coefficient de self-inductance L (qui dépend du diamètre du fil et de l'écartement des fils de la ligne) ne varie guère, il est possible de représenter la réactance d'une ligne triphasée par l'expression L ω l, dans laquelle « L ω » est l'inductance kilométrique, et « l » la longueur de la ligne exprimée en kilomètres.

De même, la résistance ohmique de la ligne peut se mettre sous la forme Rl, « R » représentant la résistance ohmique kilométrique.

La formule ci-dessus devient alors :

$$u - u' = Il\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1) \qquad (1)$$

forme sous laquelle elle permet la construction d'un abaque simple et commode pour le calcul de l'expression $(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)$.

Soient en effet deux axes rectangulaires Ox et Oy et deux demi-circonférences de diamètre OX = R et OY = Lω (fig. 1).

Si par le point O on trace une droite faisant un angle φ_1 avec l'axe Ox, cette droite coupe les deux demi-circonférences en des points Y′ et X′ tels que :

$$OX' = OX\cos\varphi_1 = R\cos\varphi_1$$
$$OY' = OY\sin\varphi_1 = L\,\omega\sin\varphi_1.$$

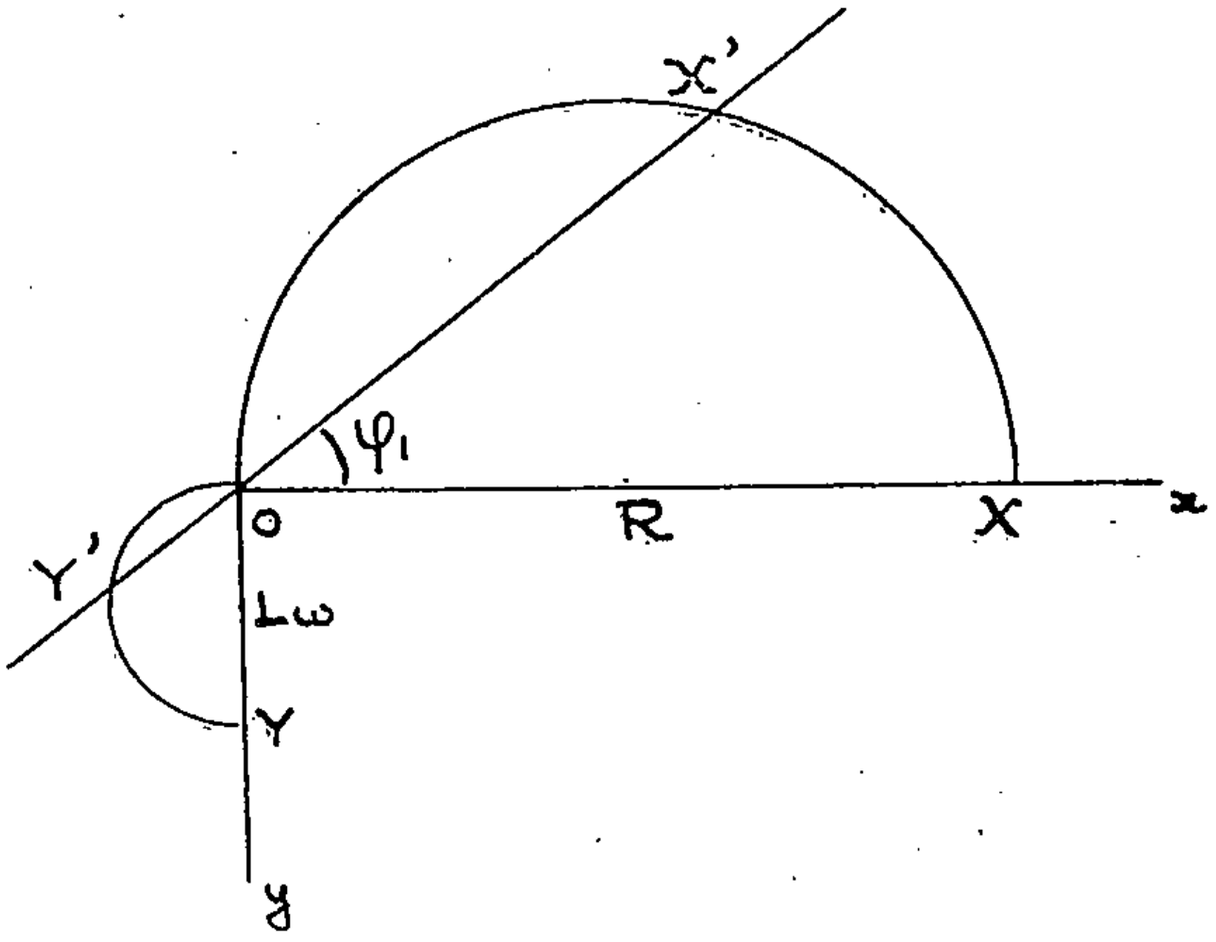


Fig. 1.

La valeur absolue de l'expression $(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)$ est donc représentée par la longueur Y′X′.

Il est donc facile de construire un abaque permettant

de connaître la valeur de cette expression pour toutes les valeurs courantes de R, L ω et φ_1.

Mais pour qu'un tel abaque soit réellement utilisable, il est nécessaire de fixer au préalable les limites d'application de la formule.

$$u - u' = Il\ (R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1).$$

Si l'on se reporte au diagramme des chutes de tension, dans le cas d'une ligne alimentant des appareils absorbant de l'énergie réactive (voir fig. 2 ci-dessous), la tension u' peut être calculée en projetant sur la bissectrice le contour de ce diagramme. Mais on pré-

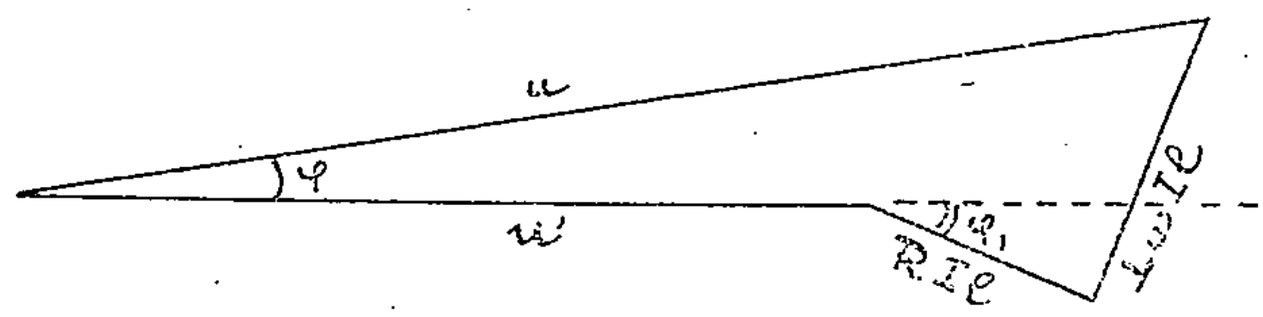


Fig. 2.

fère généralement se servir de l'expression obtenue en projetant le contour du diagramme sur l'axe u'. On peut alors écrire :

$$u \cos \varphi = u' + Il\ (R \cos \varphi_1 + L\omega \sin \varphi_1)$$

d'où :

$$u \cos \varphi - u' = Il\ (R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1)$$

et comme cos φ (φ étant l'angle de décalage des tensions u et u' entre elles) est en général voisin de l'unité, on adopte la formule :

$$u - u' = Il\ (R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1)$$

appliquée ci-dessus.

Il en résulte que la formule adoptée n'est rigoureuse que dans le cas, tout à fait exceptionnel, où cos $\varphi = 1$, c'est-à-dire lorsque l'angle de décalage φ entre la tension de départ et la tension d'arrivée est nul. Ce cas se

produit lorsque

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{L\,\omega}{R}$$

ou :

$$R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Autrement dit, la formule est rigoureuse dans le cas de conducteurs dont la résistance ohmique kilométrique est égale à $\frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_1}$ (φ_1 étant le déphasage des récepteurs).

En dehors de ce cas, la formule n'est qu'approchée, et approchée par défaut. Et l'erreur relative est d'autant plus grande que l'on envisage l'emploi de conducteurs dont la résistance kilométrique s'écarte davantage de la valeur $\frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_1}$ trouvée plus haut.

Avant d'appliquer cette formule ou de construire un abaque pour faciliter son application, il est donc nécessaire de fixer l'approximation désirée dans le

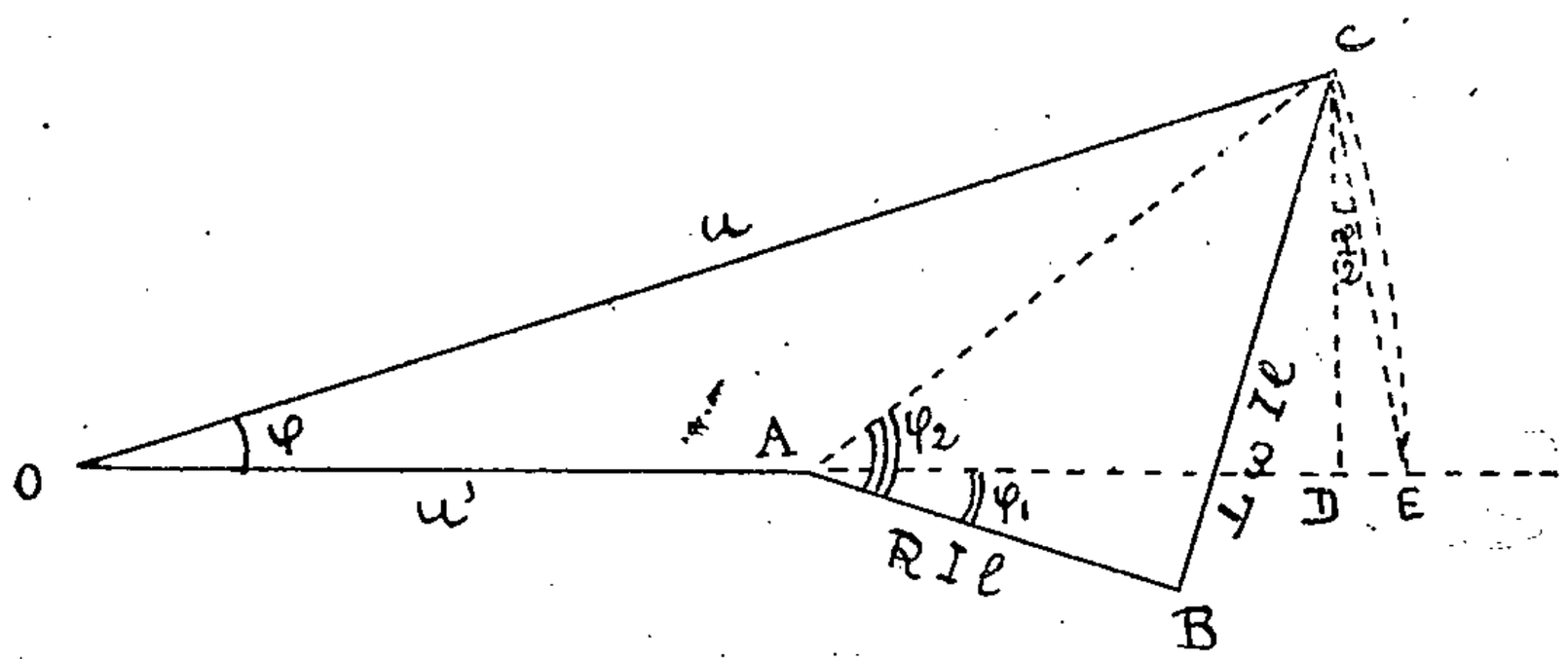


Fig. 3.

calcul de la chute de tension, et de chercher les limites à l'intérieur desquelles la formule considérée donne une approximation au moins égale à celle qui aura été choisie.

Si on reprend le diagramme des chutes de tension, en reportant en OE sur l'axe u' la valeur oc de la tension

u au départ (fig. 3), on voit que l'erreur commise est égale à DE.

Si l'on veut que l'erreur relative soit au maximum égale à $\frac{1}{n}$ de la chute de tension réelle, il faut donc avoir :

$$D\,E \leqslant \frac{1}{n}\,(A\,D + D\,E)$$

d'où :

$$D\,E \leqslant \frac{A\,D}{n-1}$$

où

$$D\,E \leqslant \frac{I\,l\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)}{n-1}$$

mais, d'autre part :

$$D\,E = D\,C\,\mathrm{tg}\,\frac{\varphi}{2}$$

et :

$$D\,C = I\,l\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1).$$

Par conséquent, l'erreur relative restera dans la limite fixée tant que l'angle $\frac{\varphi}{2}$ (φ étant l'angle de décalage des tensions u et u' entre elles) aura une valeur telle que :

$$I\,l\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)\ \mathrm{tg}\,\frac{\varphi}{2} \leqslant \frac{I\,l\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)}{n-1}$$

c'est-à-dire telle que :

$$\mathrm{tg}\,\frac{\varphi}{2} \leqslant \frac{R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1}{(n-1)\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)} \qquad (2)$$

expression qui ne peut être établie qu'en supposant que la différence ($L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi$) est positive.

C'est-à-dire que :

$$R\sin\varphi_1 \leqslant L\,\omega\cos\varphi_1$$

ou :

$$R \leqslant \frac{L\,\omega}{\mathrm{tg}\,\varphi_1}.$$

Le raisonnement actuel suppose donc, ce qui est le cas du diagramme représenté ci-dessus, que la résistance ohmique kilométrique du conducteur considéré est inférieure à la valeur de cette résistance pour laquelle la formule est rigoureuse.

On remarque, par ailleurs, que la valeur de l'angle φ est déterminée, dans chaque cas particulier, par l'expression :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{DC}{OD} = \frac{I\,l\,(L\,\omega \cos \varphi_1 - R \sin \varphi_1)}{u' + I\,l\,(R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1)}. \quad (3)$$

Enfin l'examen du diagramme montre que la valeur de l'angle φ ne peut être supérieure à la différence $\varphi_2 - \varphi_1$, l'angle φ_2 étant déterminé par la relation :

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L\,\omega}{R}. \quad (4)$$

Il en résulte que si la valeur limite de l'angle φ, calculée par la relation (2) est supérieure à la différence $\varphi_2 - \varphi_1$ [φ_2 étant déterminé par la relation (4)] l'inégalité (2) est toujours satisfaite et la formule approchée adoptée pour le calcul de la chute de tension est applicable sans restriction avec l'approximation $\frac{1}{n}$ choisie.

Si, au contraire, la valeur de φ calculée par la relation (2) est inférieure à cette différence $\varphi_2 - \varphi_1$, la formule n'est applicable, avec la même approximation, qu'autant que la valeur réelle de φ, déterminée par la relation (3) est au plus égale à la valeur limite calculée ci-dessus : En d'autres termes, la formule donnant la valeur de la chute de tension n'est applicable avec l'approximation $\frac{1}{n}$ que si :

$$\frac{I\,l\,(L\,\omega \cos \varphi_1 - R \sin \varphi_1)}{u' + I\,l\,(R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1)} \leqslant \operatorname{tg} \varphi' \quad (5)$$

la valeur de φ' étant déterminée par la relation (2).

Cette dernière condition conduit à une limitation de la valeur du produit Il.

D'autre part, il y a lieu de rappeler que toutes les relations ci-dessus ont été établies en supposant l'angle φ_2 supérieur à φ_1, c'est-à-dire en supposant que la résistance kilométrique R du conducteur était inférieure à la valeur $\frac{L\omega}{\operatorname{tg}\varphi_1}$ pour laquelle la formule est rigoureuse.

Le raisonnement est absolument le même si l'on suppose, au contraire, que la résistance ohmique kilométrique est supérieure à $\frac{L\omega}{\operatorname{tg}\varphi_1}$, et conduit aux mêmes résultats (fig. 4).

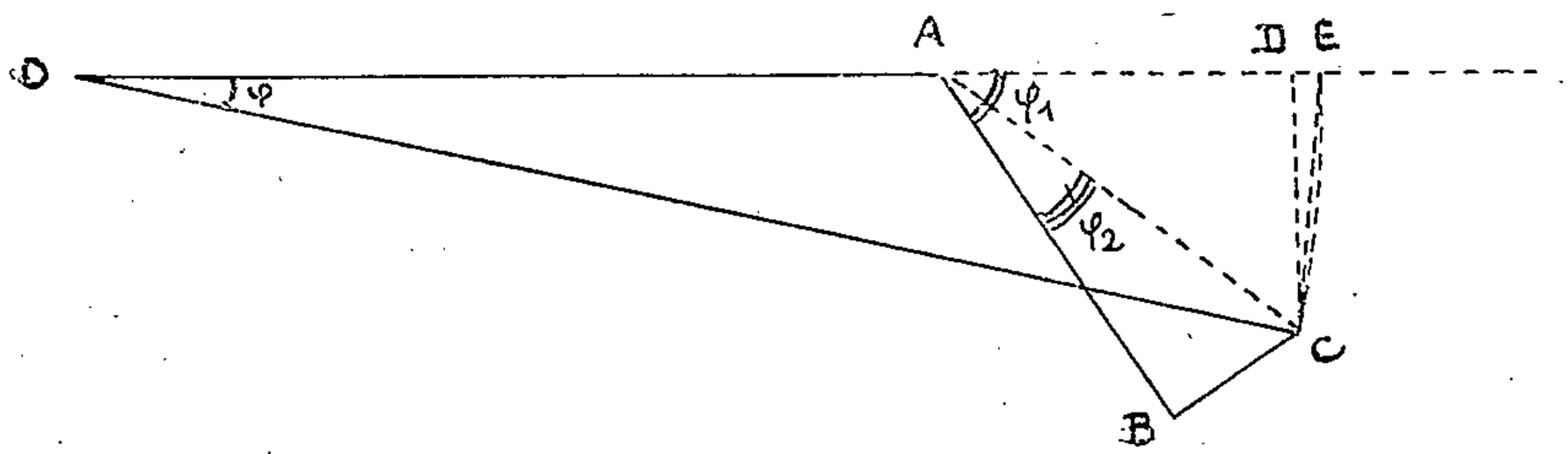


Fig. 4.

On trouve en effet que la formule est applicable sans restriction avec l'approximation $\frac{1}{n}$ tant que la valeur limite de l'angle φ est *inférieure* à la différence $\varphi_2 - \varphi_1$, laquelle est alors négative, ce qui revient à dire que, en *valeur absolue*, la limite de l'angle φ est *supérieure* à la différence $\varphi_1 - \varphi_2$.

Si cette condition n'est pas satisfaite, la formule n'est applicable avec l'approximation $\frac{1}{n}$ que si :

$$\frac{Il\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)}{u' + Il\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)} \geqslant \operatorname{tg}\varphi' \qquad (6)$$

relation qui peut se mettre sous la forme de la rela-

tion (5) en ne considérant que la valeur absolue des différents termes.

Enfin, il peut être intéressant de remarquer que les expressions (1) à (5) établies ci-dessus sont générales et parfaitement applicables au cas limite où cos $\varphi = 1$, c'est-à-dire au cas d'un réseau d'éclairage.

Toutefois il est alors possible de simplifier ces diverses expressions, qui peuvent se mettre sous la forme

$$u - u' = \mathrm{R\,I}\,l \qquad (1')$$

$$\mathrm{tg}\,\frac{\varphi}{2} \leqslant \frac{\mathrm{R}}{(n-1)\,\mathrm{L}\,\omega} \qquad (2')$$

$$\frac{\mathrm{L}\,\omega\,\mathrm{I}\,l}{u' + \mathrm{R\,I}\,l} \leqslant \mathrm{tg}\,\varphi \qquad (5')$$

Ces relations, qui correspondent d'ailleurs au diagramme ci-dessous (fig. 5), permettent de déterminer facilement les limites d'application de la formule :

$$u - u' = \mathrm{RI}l$$

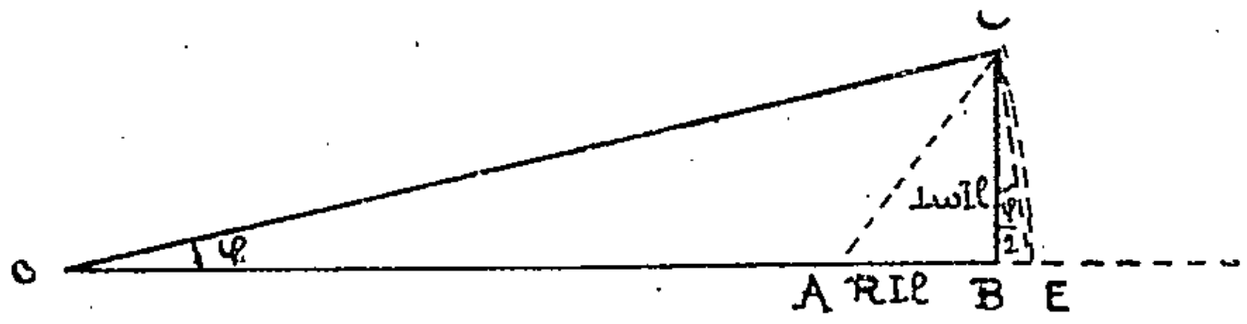


Fig. 5.

avec une approximation de $\frac{1}{n}$, c'est-à-dire les limites à partir desquelles il est nécessaire de tenir compte de la chute inductive de tension.

En résumé, comme on l'a déjà fait ressortir plus haut, la formule :

$$u - u' = \mathrm{I}l\,(\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1)$$

n'est rigoureuse que si l'on a affaire à un conducteur d'une résistance ohmique kilométrique $\mathrm{R} = \frac{\mathrm{L}\,\omega}{\mathrm{tg}\,\varphi_1}$.

La formule est approchée par défaut, et l'erreur par

défaut commise est d'autant plus grande que l'on s'éloigne davantage des conditions d'application rigoureuse de cette formule, c'est-à-dire si l'on a affaire à un conducteur d'une résistance ohmique kilométrique très inférieure ou très supérieure à :

$$R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg}\varphi_1}.$$

Application numérique. — Il est intéressant de chercher les résultats pratiques auxquels conduit la discussion ci-dessus, dans le cas le plus fréquent de réseaux triphasés à 50 périodes secondes et dans lesquels les récepteurs doivent être alimentés sous la tension $u' = 110$ volts. Pour un tel réseau, on admet que $L\omega = 0{,}3\ \Omega$.

D'autre part, dans les calculs qui suivent, on a admis une approximation $\frac{1}{n} = \frac{1}{20}$, c'est-à-dire que l'erreur commise dans le calcul de la chute de tension ne devrait pas être supérieure à 1/20e de la chute de tension totale réelle.

Si on admet $\cos\varphi_1 = 0{,}8$, valeur qui semble pouvoir servir de base lors du calcul d'un réseau dans un établissement militaire, l'application de la discussion ci-dessus conduit aux résultats suivants donnés à titre d'exemple :

1° La formule $u - u' = Il\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)$ est rigoureuse si

$$R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg}\varphi_1} = \frac{0{,}3}{0{,}750} = 0{,}4\ \Omega$$

ce qui correspond à une section de 43 mm², ou à un câble à 19 brins 17/10.

2° En supposant l'emploi de câbles de résistance ohmique kilométrique

$$R = 0{,}61 \text{ (câble 19 br. 14/10)}$$

on trouve :

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{0{,}3}{0{,}61} = 0{,}491$$

d'où

$$\varphi_2 = 26^o10$$

Or l'angle φ_1, correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ est

$$\varphi_1 = 36^o50$$

par conséquent

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 26^o10 - 36^o50 = -10^o40$$

D'autre part, la valeur limite de l'angle φ' donnant l'approximation $\frac{1}{20}$ cherchée est donnée par la relation (avec $R > \frac{L\,\omega}{\text{tg } \varphi_1}$) :

$$\text{tg } \frac{\varphi'}{2} \geqslant \frac{R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1}{(n-1)(L\,\omega \cos \varphi_1 - R \sin \varphi_1)}$$

d'où l'on tire :

$$\text{tg } \frac{\varphi'}{2} \geqslant \frac{(0{,}61 \times 0{,}8) + (0{,}3 \times 0{,}6)}{(20-1)[(0{,}3 \times 0{,}8) - (0{,}61 \times 0{,}6)]} = -0{,}279$$

ce qui conduit à $\frac{\varphi'}{2} > -15^o\,30$ et $\varphi' > -31^o$.

Cette valeur de φ' (-31^o) étant supérieure en valeur absolue à la valeur de $\varphi_2 - \varphi_1$ ($-10^o\,40$) la formule est applicable sans réserve avec l'approximation $\frac{1}{20^e}$ pour la résistance

$$R = 0{,}61 \quad \text{et} \quad \cos \varphi_1 = 0{,}8.$$

3° En supposant l'emploi de câbles de résistance ohmique kilométrique

$$R = 0{,}19 \text{ (câble 37 b. 18/10)}$$

on trouve

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{0{,}3}{0{,}19} = 1{,}579$$

d'où

$$\varphi_2 = 57^o\ 40$$

et

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 20^o\ 50.$$

D'autre part la valeur limite de l'angle φ' donnant l'approximation $\frac{1}{20}$ est donnée par la relation (avec $R < \frac{L\,\omega}{\text{tg}\,\varphi_1}$) :

$$\text{tg}\,\frac{\varphi'}{2} \leqslant \frac{R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1}{(n-1)\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)}$$

d'où l'on tire :

$$\text{tg}\,\frac{\varphi'}{2} \leqslant \frac{(0{,}19 \times 0{,}8) + (0{,}3 \times 0{,}6)}{(20-1)\,[(0{,}3 \times 0{,}8) - (0{,}19 \times 0{,}6)]} = 0{,}138$$

ce qui conduit à $\frac{\varphi'}{2} = 7^o\ 50$ et $\varphi' = 15^o\ 40$

Cette valeur limite de φ' ($15^o\ 40$) étant inférieure à la valeur de $\varphi_2 - \varphi_1$ ($20^o\ 50$) la formule n'est applicable qu'autant que la relation (5) est vérifiée :

$$\frac{I\,l\,(L\,\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)}{u' + I\,l\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)} \leqslant \text{tg}\,\varphi'$$

relation dans laquelle $\text{tg}\,\varphi' = \text{tg}\,15^o\,40 = 0{,}280$.

On trouve donc :

$$\frac{0{,}126\,I\,l}{110 + 0{,}332\,I\,l} \leqslant 0{,}280$$

d'où :

$$I\,l \leqslant 933.$$

Dans ce cas ($\cos\varphi_1 = 0{,}8$ et $R = 0{,}19$) la formule n'est applicable avec une approximation de $\frac{1}{20}$ que si la valeur du produit Il est inférieure ou au plus égale à 933.

Le tableau ci-après résume d'ailleurs les résultats trouvés (toujours dans l'hypothèse où $u' = 110$ volts

et où le réseau est à 50 périodes) pour les différentes valeurs de cos φ_1 et de R.

En ce qui concerne la résistance ohmique kilométrique R, on s'est borné à envisager les sections normalisées par l'union des syndicats de l'Électricité, en se limitant, d'une part au fil 30/10 qui représente le minimum admis par l'arrêté interministériel du 30 avril 1927, pour le diamètre des lignes aériennes, et d'autre part, au câble 37 brins 18/10 soit 94 m/m² qui semble représenter la section maximum susceptible d'être posée dans des conditions normales dans un réseau aérien.

Tableau donnant les valeurs limites du produit « Il » *au-dessous desquelles la formule*

$$u - u' = Il\,(R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1)$$

est applicable avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$ *dans un réseau à 110 volts, 50 périodes secondes.*

R \ cos φ_1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1,00	VALEUR de 128 R
0,19	× —	—	—	933	280	131	43	25	24,32
0,23	—	×	—	—	358	238	100	31	29,44
0,30	—	—	×	—	—	1,912	197	41	38,40
0,36	1,039	—	—	—	—	—	517	54	46,08
0,46	154	871	—	× —	—	—	—	77	58,88
0,61	57	123	1,122	—	× —	×	—	140	78,08
0,81	31	50	127	—	—	—	—	464	103,68
1,00	19	31	63	441	—	—	× —	—	128,00
1,27	12	19	29	115	253	—	—	—	162,56
1,65	8	12	21	56	150	—	—	—	211,20
1,76	7	11	18	46	120	—	—	—	225,28
2,25	5	7	12	27	59	3,250	—	—	288,00

Sur ce tableau, le signe — correspond aux valeurs de R et de cos φ_1, pour lesquelles la formule est applicable sans restriction avec une approximation supérieure à

$\frac{1}{20}$. Le signe $\times$ correspond aux valeurs de R et de cos φ_1, pour lesquelles la formule est rigoureuse.

A côté des valeurs limites du produit « Il » correspondant au cas d'un réseau d'éclairage (cos $\varphi_1 = 1$) il a paru intéressant d'indiquer la valeur du produit 128 R donné dans l'article déjà visé de la *Revue du Génie*, comme limite du produit « Il » au-dessus de laquelle la chute inductive n'est plus négligeable.

La différence entre ces deux séries de limites de la valeur du produit Il provient des hypothèses faites sur l'approximation cherchée.

Dans l'article précité de la *Revue du Génie*, on a cherché la limite au-dessous de laquelle la chute inductive reste inférieure à $\frac{1}{20}$ de la chute ohmique.

Dans le cas présent, on a cherché la limite au-dessous de laquelle l'erreur commise reste inférieure à $\frac{1}{20}$ de la chute réelle de tension.

On voit que la relation $Il < 128$ R conduit à une erreur relative plus petite que le calcul effectué ici : il y a donc lieu, dans chaque cas particulier, de rechercher quelle est l'approximation nécessaire, et de fixer la valeur limite du produit Il en conséquence.

Mais avant de clore cette discussion, une remarque importante s'impose : Il n'est utile de fixer une limite quelconque à la valeur du produit Il qu'autant que cette limite correspond à quelque chose de réel dans le calcul d'un réseau.

Fixer une valeur maximum au produit Il, en fonction de u', R, L ω et φ_1 revient effectivement à fixer une valeur maximum à la chute de tension déterminée par la formule :

$$u - u' = Il\ (\mathrm{R} \cos \varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega \sin \varphi_1).$$

Limiter, par exemple, la valeur de « Il » à 115 lorsque

$u' = 110$, $R = 1{,}27$, $L\omega = 0{,}3$ et $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ revient à dire que, dans ces conditions, la formule ci-dessus est applicable avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$ de la chute de tension réelle, tant que la chute de tension approchée, calculée par ladite formule, est inférieure à :

$$u - u' = 115\,[(1{,}27 \times 0{,}8) + (0{,}3 \times 0{,}6)] = 137^v{,}54$$

On conçoit qu'il est parfaitement inutile de fixer de telles limites d'application.

Une limitation des conditions d'application de la formule ne peut se justifier qu'autant qu'elle conduit à des limites restant dans les conditions normales d'emploi de la formule considérée.

Or dans le cas envisagé (réseau dont les récepteurs sont alimentés sous 110 volts) on peut admettre *a priori* que l'on ne pourra jamais accepter de chutes de tension en ligne supérieures à 15 volts. On sait en effet que les lampes peuvent supporter des surtensions ou sous tensions de 5 % ce qui conduit à une différence maximum de tension de 10 % sur l'ensemble du réseau, différence qui elle-même n'est acceptable qu'autant que les groupes extrêmes de lampes sont assez éloignés.

De même une chute de tension simple de 10 % correspond à la limite habituellement admise dans un réseau de force motrice : Au delà, la perte joule due à l'échauffement des conducteurs deviendrait trop importante (1). Comme d'autre part ces 10 % de chute totale comprennent généralement la chute de tension dans les transformateurs eux-mêmes à pleine charge, on voit que c'est généralement une chute maximum dans les artères

(1) On peut ajouter qu'un moteur triphasé ne doit pas être trop sous-volté car son couple est proportionnel au *carré* de la tension d'alimentation. Il ne doit pas être non plus trop survolté, car dans ce cas, son facteur de puissance devient mauvais (*N. d. l. R.*).

et installations intérieures de 6 à 8 % que l'on sera amené à admettre.

En fixant à 15 volts la valeur de la chute de tension disponible maximum pour un réseau dont les récepteurs sont alimentés sous 110 volts, on se tient donc au-dessus de la réalité.

Le tableau ci-après indique, pour les différentes valeurs limites du produit « Il » portées sur le tableau précédent, les valeurs correspondantes de la chute de tension :

Tableau donnant les valeurs limites de la chute de tension au-dessous desquelles la formule

$$u - u' = Il\,(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1).$$

est applicable avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$

dans un réseau à 110 volts, 50 périodes secondes.

R \ cos φ_1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1,00	VALEUR de $u - u'$ correspondant à $Il = 128$ R
0,19	—	—	—	309,75	89,32	39,43	*8,12*	*4,75*	*4,62*
0,23	—	—	—	—	126,37	80,20	31,10	*7,13*	*6,77*
0,30	—	—	—	—	—	764,80	74,46	*12,30*	*11,52*
0,36	457,16	—	—	—	—	—	224,89	19,44	16,58
0,46	75,46	449,43	—	—	—	—	—	35,42	27,08
0,61	32,20	74,53	719,20	—	—	—	—	85,40	47,62
0,81	20,61	36,25	99,18	—	—	—	—	375,84	83,98
1,00	*14,44*	26,04	57,58	432,18	—	—	—	—	128,00
1,27	*10,74*	19,03	31,98	137,54	279,98	—	—	—	206,45
1,65	*8,68*	*14,76*	28,74	84,00	234,00	—	—	—	348,48
1,76	*7,98*	*14,25*	26,02	73,04	198,48	—	—	—	396,49
2,25	*6,92*	*11,13*	21,46	53,46	122,13	7803,75	—	—	648,00

Sur ce tableau, sont indiquées en italiques les valeurs limites de la chute de tension inférieure à 15 volts : seules les valeurs correspondantes du produit « Il » constituent les limites pratiques d'application de la formule dans les conditions considérées.

L'examen de ce tableau montre, ce qui aurait pu paraître paradoxal *a priori*, que dans le calcul d'un réseau un peu important, il sera parfois nécessaire de faire appel aux méthodes régoureuses de calcul pour les lignes d'éclairage, alors que dans le cas d'un réseau de force motrice offrant un cos φ_1 normal (de 0,8 à 0,9 par exemple) la formule approchée donne l'approximation cherchée.

Remarquons enfin qu'il n'en est plus de même lorsque le facteur de puissance tombe au-dessous des limites raisonnables et que, en particulier, pour un cos φ_1 inférieur à 0,5 la formule approchée ne peut-être employée qu'avec des limites de plus en plus restreintes. Mais c'est là un cas anormal, qui doit nécessiter une étude spéciale en vue du relèvement de ce facteur de puissance.

Il est donc permis de conclure que dans les limites normales d'application et pour cos $\varphi_1 \leqslant 0{,}9$ sur un réseau à 110 volts, la formule

$$u - u' = Il\,(\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1)$$

est toujours applicable avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$ de la chute de tension réelle. Seuls les cas extrêmes d'application de cette formule conduisent à quelques limitations dans son emploi.

Il va sans dire qu'en changeant les hypothèses faites, on change les limites d'application de la formule. Toutefois, on peut remarquer que la tension u' à l'arrivée n'intervient que dans la relation (5) et que cette relation montre que la valeur limite du produit Il est proportionnelle à la tension u'. Si cette tension est différente de 110, il suffit donc de multiplier les limites trouvées ci-dessus par $\frac{u'}{110}$.

Par contre, si l'on change l'approximation $\frac{1}{n}$ désirée,

la relation (2) montre que la valeur limite de l'angle $\frac{\varphi}{2}$ est inversement proportionnelle à la différence $(n - 1)$. Mais comme l'angle φ peut atteindre des valeurs pour lesquelles il est impossible d'admettre :

$$\text{tg } \varphi = 2 \text{ tg } \frac{\varphi}{2}$$

il est nécessaire de refaire le calcul des limites pour chaque cas.

Il en est évidemment de même si la fréquence du réseau est différente de 50 périodes seconde.

(*A suivre.*) Capitaine FADEUILHE.

TEMPÉRATURE EFFECTIVE D'UNE ATMOSPHÈRE

TEMPÉRATURE RÉSULTANTE D'UN MILIEU

(Suite et fin) [1]

GÉNÉRALISATION DE LA NOTION DE TEMPÉRATURE EFFECTIVE — TEMPÉRATURE RÉSULTANTE D'UN MILIEU

Nous avons noté que la définition des ingénieurs américains devait être complétée par l'hypothèse de l'égalité de la température intérieure des parois et de celle de l'air intérieur. Cette condition étant sensiblement réalisée dans leurs expériences et l'est pratiquement lorsque les parois ont une faïble déperdition ou que tout au moins le coefficient a_1 (fig. 2) de l'expression :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{1}{a_n}$$

est relativement faible par rapport à k ; ce qui implique une faible résistance à l'entrée de la chaleur dans la paroi.

L'expression trouvée pour k_{ve} montre que la température intérieure des parois prend une particulière importance du fait que pour les faibles vitesses, c'est-à-dire inférieures à 0 m 50 (grande majorité des chauffages actuels) le rayonnement est très important relativement à la convection. Pour l'air calme ($V = 0$ m 20 environ) le terme de la convection est voisin de 0,85 alors que

---

[1] Extrait de la Revue *Chaleur et Industrie*, livraison d'octobre 1931. Voir la livraison de janvier-février 1932.

celui du rayonnement est de 3,8 soit 4,5 fois plus grand.

Dans l'air faiblement agité ou lorsque les personnes se déplacent lentement on peut admettre : V = 0 m 90, ce qui conduit à un rayonnement de 50 % supérieur à la convection.

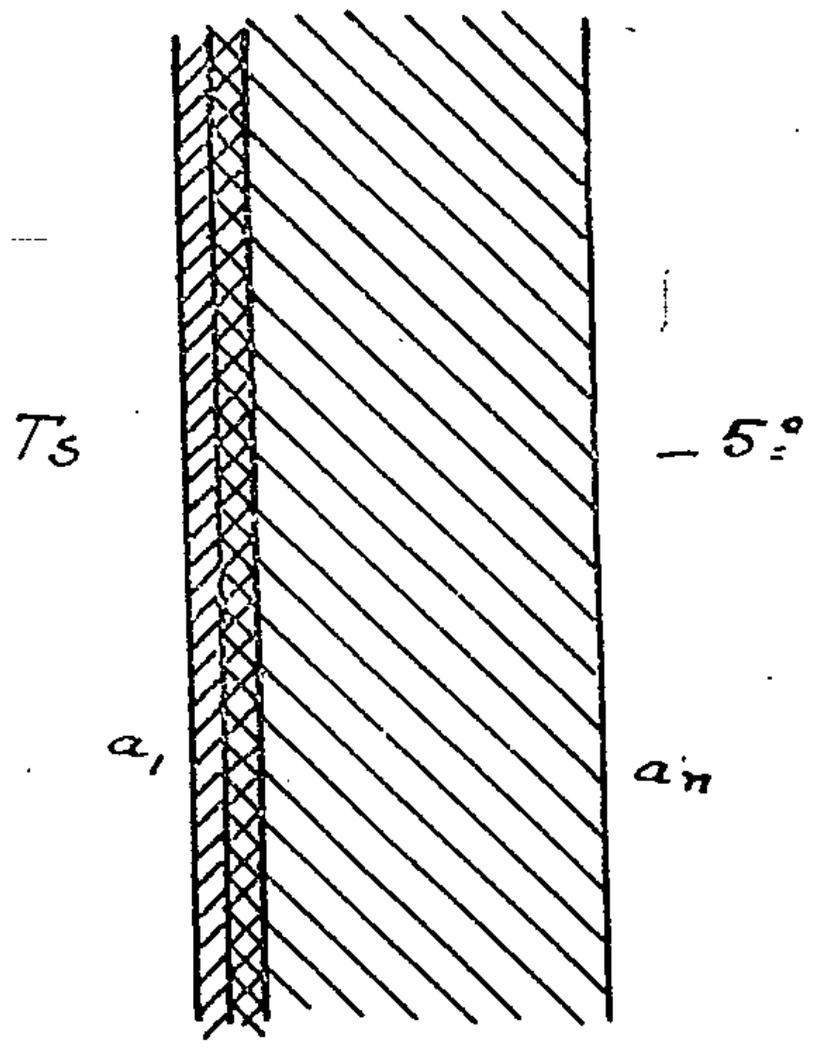


Fig. 2. — Température des parois.

Quoi qu'il en soit, le rayonnement est dans les conditions normales la cause la plus importante des pertes de chaleur du corps et il est indispensable de tenir compte de la température intérieure des parois.

Il en résulte la nécessité de définir une nouvelle température que nous avons appelée la *température résultante d'un milieu.*

La température résultante d'une enceinte où les parois intérieures sont à la température R, *l'air étant à la température sèche* T_s, *au degré hygrométrique* e *et animé de la vitesse* V, *sera la température* T_r *de l'air d'une enceinte donnant la même impression de chaleur, l'air y étant saturé, au repos, et la température intérieure des parois*

étant égale à celle de l'air :

$$T_r = f\,(T_s\,,\ R,\ V,\ e).$$

Cessons de supposer $R = T_s$. — Les pertes de la face externe des vêtements et de la peau, par rayonnement sur les murs sont régies par la loi de Stéphan généralisée :

$$[A_r\,(273 + \theta)^4 - (27 + 3\,R)^4.]$$

θ étant la température extérieure des vêtements.

En raison de la faible valeur de la différence $(\vartheta - R)$ par rapport à $(273 + \theta)$, cette expression peut se modifier par développement et se mettra sous la forme : (1) $r\,(\vartheta - R)$.

La perte totale des vêtements par leur surface extérieure se mettra donc sous la forme :

$$Q = r\,(\vartheta - R) + f\,V^n\,(\theta - T_s)$$
$$= (\vartheta - T_s)\left(r\,\frac{\vartheta - R}{\vartheta - T_s} + f\,V^n\right)$$

posons :

$$Y = \frac{\vartheta - R}{\vartheta - T_s}$$

$$Q = (\vartheta - T_s)\,(r\,Y + f\,V^n).$$

---

(1) A vrai dire le terme r intervenant dans cette expression n'est pas le coefficient de rayonnement du corps.

Ce serait le coefficient de rayonnement si l'enceinte absorbait comme le corps noir, mais le phénomène est plus complexe.

Le corps chaud rayonne sur l'enceinte plus froide, qui absorbe en partie cette chaleur, mais qui en renvoie l'autre partie sur la source. Le calcul est assez simple et se trouve exposé dans l'ouvrage de Ten Bosch sur la *Transmission de la Chaleur* (1926). Il conduit à prendre en appelant :

ρ_1 le coefficient de rayonnement du corps chaud.

ρ_2 le coefficient moyen de l'enceinte.

ρ_0 le coefficient du corps noir.

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_0}.$$

Malheureusement les valeurs des coefficients ρ_1, ρ_2, ρ_0, diffèrent très sensiblement chez les divers auteurs (Péclet, Tenbosch...). Mais malgré ces divergences, le coefficient r semble (pour des hommes habillés) être compris entre 3, 5 et 4 suivant la nature de l'enceinte. Pour simplifier nous l'admettrons égal à 3, 8, chiffre de Péclet et nous ne ferons pas intervenir par la suite le coefficient de rayonnement moyen de l'enceinte que nous considérons comme constant.

L'expression précédente devient donc :

$$T_r = 37 - \frac{1}{0{,}68 - 0{,}14\,e + \frac{1}{1{,}76\ Y + 1{,}4\ V_{0,75}}}\ (37 - T_s) - 0{,}29\ T_s\ (1 - e)$$

où :

$$Y = \frac{\theta - R_s}{\theta - T}.$$

Reste à déterminer la valeur de θ. Cette détermination peut se faire par approximations successives.

Dans le cas de l'air au repos et où $R = T_s$ la valeur de θ est donnée par l'équation :

$$\frac{37 - \theta}{\theta - T_s} = 2{,}16\ (0{,}68 - 0{,}14\ e)$$

ce qui donner pour $e = 1$ et $T_s = 17°$

$$\theta = 26° \text{ environ.}$$

Si R devient inférieur à T_s, la valeur de θ diminue.

La quantité de chaleur Q transmise par conduction par le corps peut s'écrire avec nos notations générales (voir première partie :

$$Q = (37 - \theta)\left(\frac{1}{A - B_e}\right)$$
$$Q = (\theta - T_s)\ (r\ Y + f\ V^n)$$

d'où l'équation :

$$\frac{37 - \theta}{\theta - T_s} = \frac{1}{A - B_e} \times \frac{1}{r\ Y + f\ V^n}$$

qui avec l'équation :

$$Y = \frac{\theta - R}{\theta - T_s}$$

permet de déterminer θ et y.

Si $R = 8°$ ce qui correspond à des vitres pour $T_s = 17°$ et une température extérieure de 2° à 3° environ, θ devient égal à 22° d'où $Y = \frac{22 - 8}{22 - 17} = 2{,}8$.

***

La détermination de Y peut être simplifiée par les considérations suivantes :

L'expression $1{,}76\ Y + 1{,}4\ V^{0,75}$ peut se mettre sous la forme :

$$1{,}76 + 1{,}4\ [V^{0,75} + 1{,}25\ (Y - 1)].$$

En posant $W^{0,75} = V^{0,75} + 1{,}25\ (Y - 1)$ il apparaît que l'on peut tenir compte du rayonnement en remplaçant la vitesse réelle V de l'air par la vitesse W fictive. Cela nous permet d'utiliser en les généralisant les abaques américains.

La détermination graphique d'une valeur approchée de θ peut se faire rapidement à l'aide des simplifications suivantes :

L'expression :

$$Z = \frac{37 - \theta}{\theta - T_s} = (1{,}76\ Y + 1{,}4\ V^{0,75})\ (0{,}68 - 0{,}14\ e)$$

fait intervenir le degré hygrométrique e. Lorsque e varie de 0 à 1, le deuxième facteur varie de 20 %, ce qui entraîne pour θ une variation de 1° environ, avec les écarts habituels. Pour $Y = \frac{\theta - R}{\theta - T_s}$ la variation est de l'ordre de 10 % en moyenne. Si l'on prend $e = 0{,}5$ on obtiendra donc Y avec une précision de l'ordre de 5 %, dans les cas habituels, c'est-à-dire où la différence $T_s - R$ n'est pas supérieure à 8° environ.

Donc $Z = \frac{37 - \theta}{\theta - T_s} = (1{,}76\ Y + 1{,}4\ V^{0,75}) \times 0{,}61$ en moyenne.

Le graphique auxiliaire (*a* de la planche III) permet de déterminer plus rapidement que par le calcul la valeur approximative de Y et θ.

On choisit une valeur approchée de θ. On détermine les valeurs correspondantes de Y et de Z.

Sur l'axe des V on porte le point représentatif de la vitesse, soit B pour V = 2 m. On joint ce point au point représentatif de Y, soit C pour Y = 1,5, la droite B C coupe l'axe pointillé en un point D. La droite A D coupe l'axe de W en un point E ce qui correspond à une valeur F de Z. Si cette valeur F est voisine de celle calculée pour Z, la valeur de θ ainsi appréciée est satisfaisante, sinon, il faudra recommencer en changeant la valeur approchée de θ choisie.

La valeur W ainsi déterminée sert à déterminer T_r en se servant du graphique de « l'American society of heating and ventilating engineers » (1) généralisé (*b* de la planche III), c'est-à-dire où l'on a tracé des courbes correspondant à des valeurs négatives de W et à des vitesses positives jusqu'à W = 10 m. Bien entendu lorsque R = T*s*, W se confond avec la vitesse de l'air.

Le graphique auxiliaire ne peut servir que dans le cas où (T_s — R) n'est pas inférieur à 8° et où *e* n'est voisin ni de 1 ni de 0. Dans le cas contraire, il y aurait lieu d'utiliser la formule qui seule peut donner des résultats précis. Dans la pratique les deux graphiques suffiront très souvent.

Reste à déterminer la valeur à prendre pour R.

Si on désire que dans le local la température résultante T_r ne soit inférieure à une valeur donnée Δ dans aucune direction, il faut prendre pour R la température la plus basse des parois, donc, dans le cas général, celle des vitres.

Si on admet, ce qui est exact, que le corps humain puisse subir de légères différences de température sur ses divers côtés et que la température moyenne seule importe (toutes proportions gardées évidemment), il y

---

(1) Publié en France par les soins de M. Beaurienne dans le *Journal de l'Association des Ingénieurs en chauffage et ventilation.*

a lieu de prendre pour R la moyenne entre les différentes températures des diverses parois, chacune des températures devant être affectée d'un coefficient proportionnel à la valeur de l'angle solide (fig. 3) sous lequel la paroi correspondante est vue du point considéré.

Si l'on considére que beaucoup de pièces ont une forme presque cubique, il suffira pour avoir la tempé-

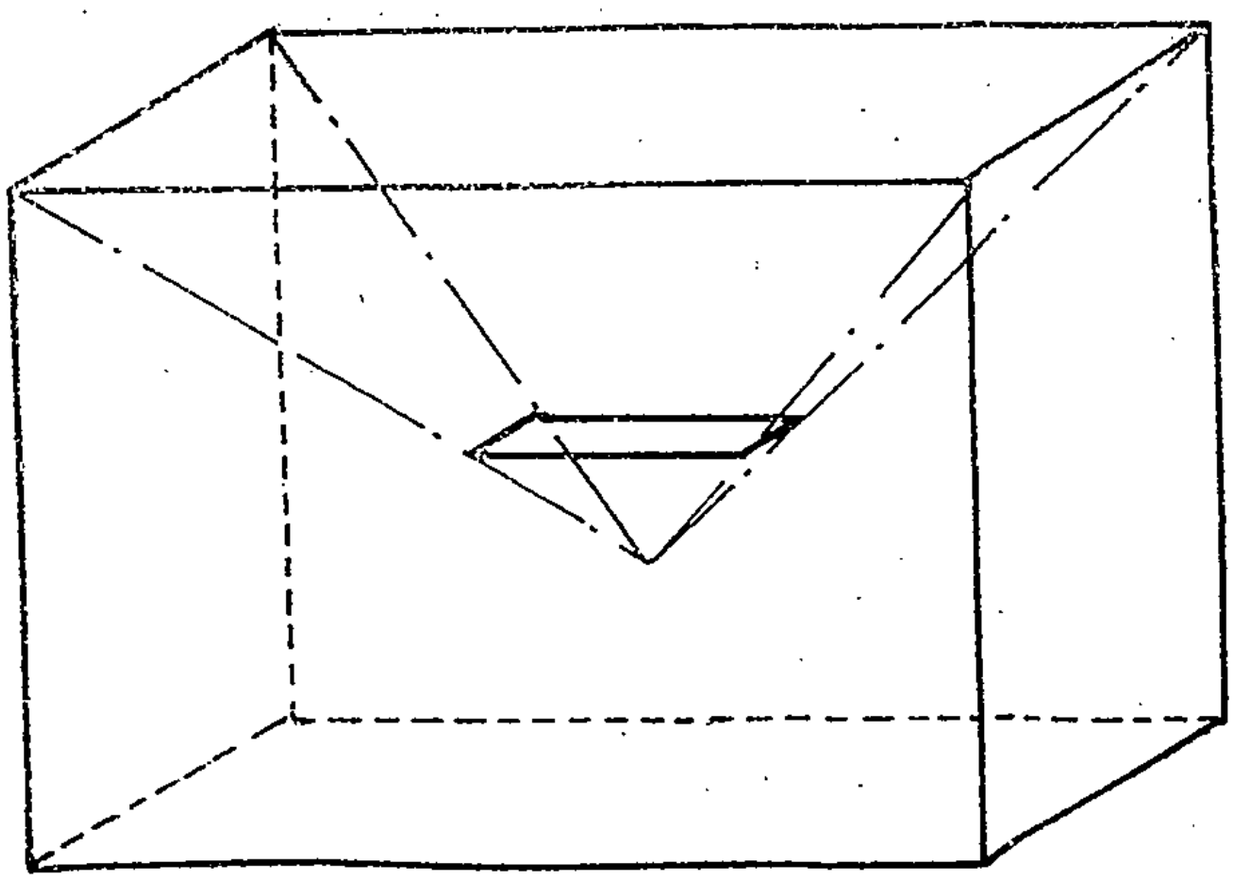


Fig. 3. — Recherche de la moyenne entre les températures des diverses parois.

rature moyenne, de prendre la moyenne arithmétique des températures des divers parois (1).

La détermination de R se fera par l'équation suivante en appelant :

S la température extérieure;

k le coefficient de transmission total de la paroi;

a le coefficient d'entrée de la chaleur par la paroi intérieure.

$$\frac{T_s - S}{T_s - R} = \frac{a}{k}$$

(1) Cette température moyenne est théoriquement différente suivant que le corps est debout ou assis, en ce sens que ses surfaces apparentes sur les plans verticaux et horizontaux ne sont pas les mêmes dans ces deux cas.

en tenant compte dans le cas d'une vitesse importante que le coefficient a est de la forme $mr + nf$ où f est fonction de V, ce qui a pour effet, à mesure que la vitesse augemente, de faire tendre R vers T_s, donc W vers V.

Pour les murs usuels et d'après les coefficients de Riestchel, on peut admettre les valeurs suivantes de T_s — R.

Murs en briques :

épaisseur : 0 m 12	$(T_s$	— R) =	0,20	$(T_s$ — S)
0 m 25		—	0,175	—
0 m 35		—	0,15	—
0 m 45		—	0,15	—
0 m 55		—	0,11	—

Murs en pierre (moellons calcaires) :

épaisseur : 0 m 30	$(T_s$	— R) =	0,5	$(T_s$ — S)
0 m 40		—	0,21	—
0 m 50		—	0,20	—
0 m 60		—	0,18	—
Vitres simples. . .	$(T_s$	— R) =	0,5	$(T_s$ — S)
Vitres doubles. . .		—	0,25	$(T_s$ — S)

REMARQUES

Remarque 1. — Lorsqu'une personne se déplace, elle augmente ses pertes calorifiques par variation du coefficient de convection.

En réalité, ce mouvement se traduit par une impression de chaleur, parce que l'augmentation de la quantité de chaleur produite par le corps (frottements intérieurs et frottements des vêtements) est supérieure à l'augmentation des pertes, du moins pour les températures habituelles, c'est-à-dire voisine de 15°.

L'augmentation de la convection avec le mouvement est relativement important pour les animaux vites, ce

qui a pour effet d'éviter une rapide et importante transpiration, qui se produirait si les pertes restaient les mêmes qu'au repos.

Remarque 2. — Les formules précédentes ont été établies dans l'hypothèse de personnes normalement vêtues.

Il est bien entendu que dans le cas où les vêtements seraient plus ou moins épais, ou plus ou moins imperméables, il y aurait lieu de modifier en conséquence les termes dépendant de la conductibilité et de la perméabilité des vêtements, ce qui revient à faire varier les coefficients X_1, X_2, X_3 dans l'expression suivante :

$$T_r = 37 - \frac{1}{X_1 \times 0{,}68 - X_2 \times 0{,}14e + \frac{1}{1{,}76\,Y + 1{,}4\,V^{0{,}75}} - X_3 \times 0{,}29\,T_s\,(1 - e)}\,(37 - T^s)$$

CONCLUSION

Cette étude où nous nous sommes efforcés d'exprimer quantitativement les différences de chaleur ressenties par le corps humain, fournit une explication de fréquentes difficultés rencontrées dans la technique du chauffage.

Tout le monde sait que de très nombreuses vérandahs sont inhabitables l'hiver, bien que leur surface de chauffe ait été prévue pour une température intérieure de 18°. Leur inétanchéité ayant été mise en cause, les constructeurs se sont efforcés de réaliser des portes et fenêtres aussi jointives que possible. Généralement ces pièces largement vitrées n'en sont pas moins inhabitables, bien que la température s'y maintienne à 18° et même 19°, alors que ces mêmes températures donnent une large impression de confort dans les pièces intérieures de la même maison.

Des remarques du même genre ont été faites pour les

pièces d'angle, c'est-à-dire ayant plusieurs parois extérieures et en général pour les pièces ayant de faibles épaisseurs de parois, ou tout au moins un faible coefficient d'entrée de la chaleur sur la face interne, par rapport au coefficient total de déperdition.

Si l'on considère une vérandah ou mieux, pour aller à l'extrême, une pièce entièrement vitrée sur toutes ses faces, la température intérieure des parois devra pour une température intérieure $T_s = 20°$ et une température extérieure $S = -5°$, être prise égale à 7° environ.

D'après les résultats précédents cela conduit à une température résultante de 8°5 environ pour de l'air saturé, c'est-à-dire $T_m = T_s = 20°$ et des personnes au repos.

Si (ce qui est le cas normal), la vérandah n'est vitrée que sur 3 faces (plafond et 2 faces latérales), les autres faces se trouvant être soit mitoyennes avec les locaux chauffés, soit construites en maçonnerie, la température R pourra être prise en moyenne à 12°, ce qui conduit à une température résultante de 13° pour des personnes au repos avec $T_s = T_m = 20°$.

Il s'ensuit que pour avoir la même impression de chaleur dans une vérandah ainsi construite que dans une pièce en murs épais, il faut en moyenne que la *température de l'air* soit de 6° à 7° environ supérieure à celle de cette pièce.

Si nous prenons le cas d'une pièce d'angle dont les murs sont en briques et d'une épaisseur totale de 0 m 35 les deux autres côtés adjacents à des locaux chauffés il faudra prendre $R = 16°$ environ. Ce qui conduit à une température résultante moyenne de : 17°5 environ pour $T_s = T_m = 20°$.

Il faudra donc obtenir la même impression de confort que dans les pièces intérieures chauffées à 20° une température intérieure de l'air de 22°5.

Le problème est exactement inverse dans le chauffage dit par panneaux qui consiste à chauffer intérieurement les murs, ou dans le cas du chauffage par le sol.

Si l'on admet par exemple une température moyenne des murs de 25° environ, la température résultante sera pour

$$T_s = T_m = 20°, \quad T_r = 27° \text{ à } 28°.$$

Si nous prenons $T_s = 13°$, $e = 0{,}4$ on en déduit $T_s = 19$ à $20°$.

Ces différences peuvent paraître, *a priori*, étonnantes et ne pas cadrer avec l'expérience courante. C'est qu'en réalité un thermomètre ordinaire placé dans une pièce (thermomètre sec) n'indique pas la température T_s. C'est un corps en équilibre thermique entre la chaleur reçue par convection et la chaleur perdue par rayonnement, sur les parois (cas de $R \neq T_s$). Il marque donc une température intermédiaire entre R et T_s et son indication dépend de son orientation, de la forme, de la couleur de son réservoir (rapport des coefficients de rayonnement et de convection), etc...

Pour déterminer exactement la valeur T_s, il faut donc, soit : protéger le thermomètre contre le rayonnement calorifique (voir renvoi précédent) soit augmenter très fortement la convection pour que le rayonnement devienne relativement négligeable (thermomètre fronde).

De plus, ces résultats sont relatifs à des personnes immobiles. Si les personnes se livrent à un travail même léger, le rayonnement devient moins important vis-à-vis de la convection (50 % supérieur seulement). Dans ces conditions, la température de l'air dans les locaux à parois froides devra être relativement moins élevée.

***

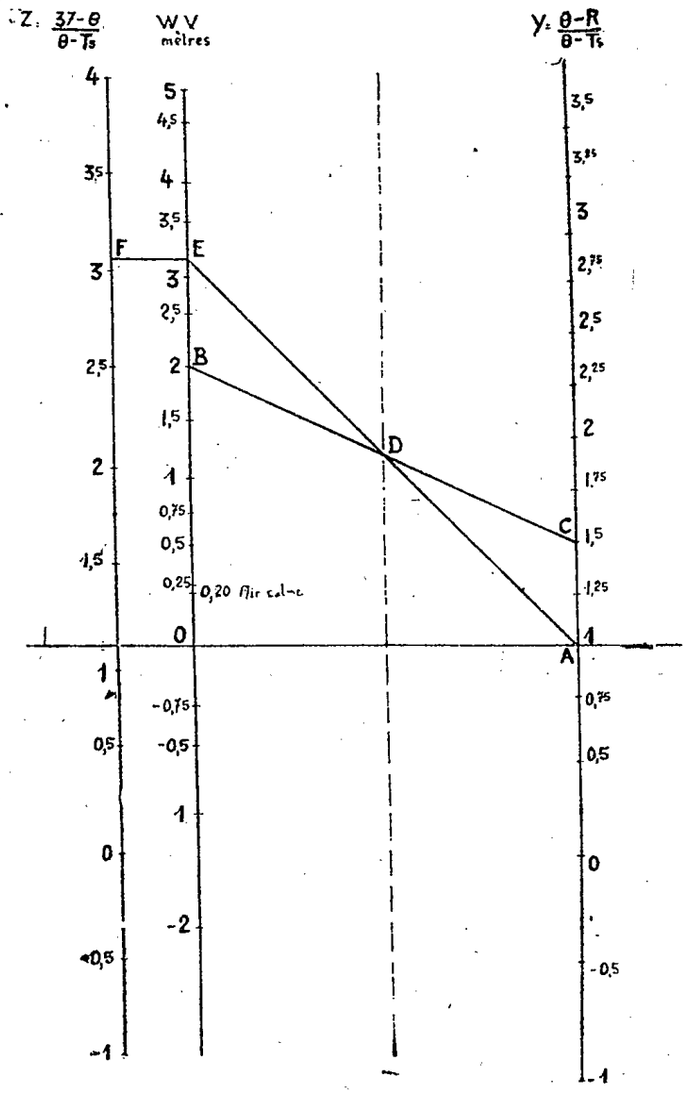
Tous ces résultats reposent sur la précision des mesures réalisées par les ingénieurs américains dans leur « Laboratoire de recherches » sur la température effective. Il ne faut pas s'exagérer le caractère apparemment arbitraire de ce genre de recherches.

Les égalités entre les impressions de chaleur, n'impliquent pas que le corps doive transmettre une quantité de chaleur proportionnelle à la différence $(37 - T_e)$ lorsque T_e varie. Ces échanges peuvent être modifiés par les réactions physiologiques dues à l'action du froid ou de la chaleur sur les cellules. En somme, l'homme peut être incapable de mesurer les valeurs relatives des températures résultantes, tout ce qu'il pourra faire c'est vérifier leur égalité. Les équations d'échange que nous avons écrites ne supposent rien d'autre.

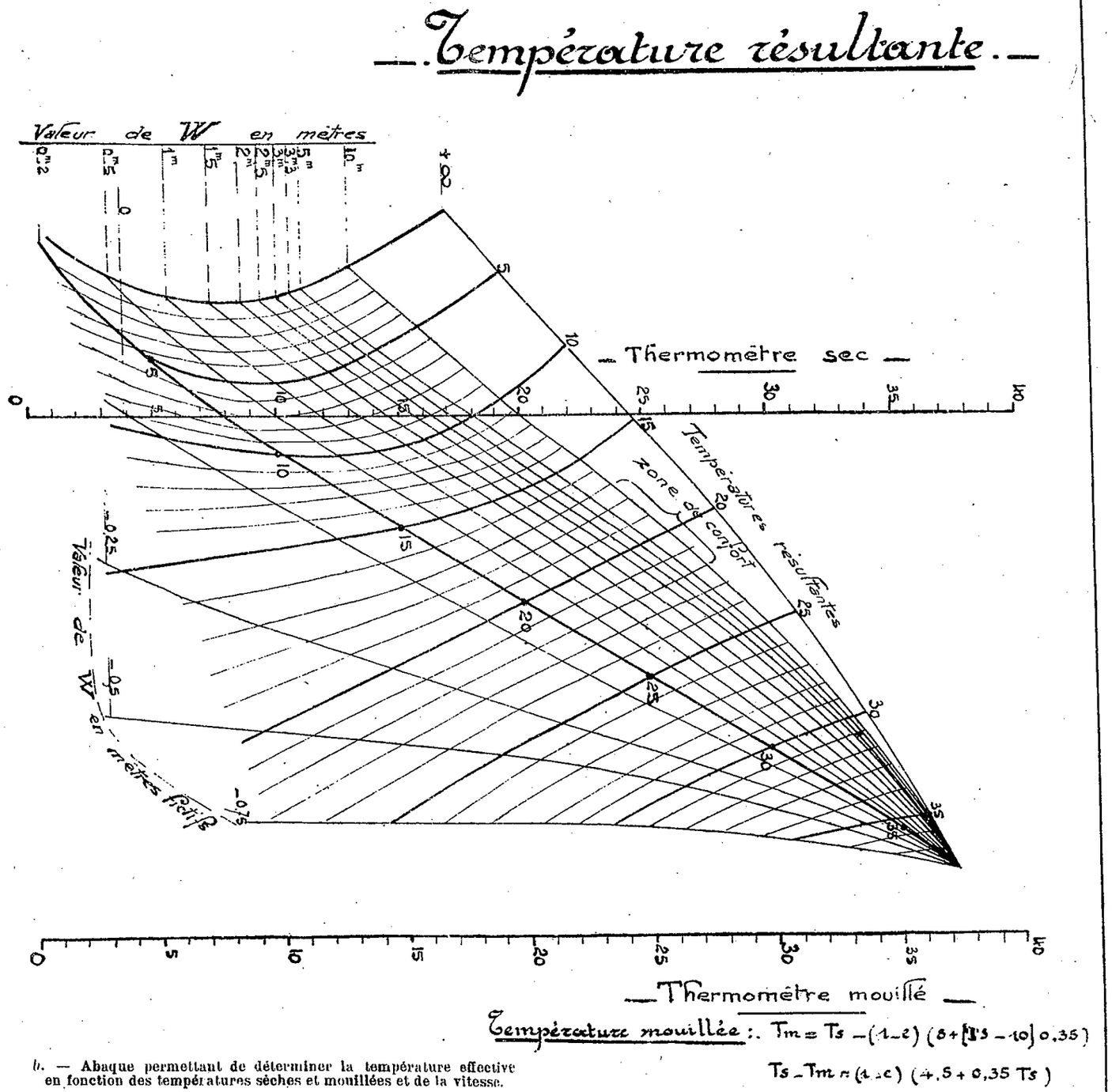
Les ingénieurs américains, en opérant sur divers individus et en faisant des moyennes, sont arrivés à une précision qu'ils estiment être de 1/3 de degré centigrade environ.

En raison de la nouveauté relative de la notion de « température résultante » qui fait intervenir la tempé rature des parois, il y aurait intérêt à réaliser des essais complémentaires sur les divers matériaux de construction. Malheureusement, l'absence de laboratoires spécialisés en France et les moyens limités dont disposent les entreprises privées pour leurs recherches, ne permettent guère d'espérer voir réaliser ces essais dans notre pays. Ceux auxquels nous avons pu nous livrer ne peuvent être que partiels et mériteraient d'être repris à une plus grande échelle. Toutefois, comme les résultats des essais américains semblent devoir être définitivement adoptés, ceux que nous en avons déduit par voie logique pour la température résultante sont susceptibles de la même créance.

Note. — En l'état actuel de la technique, il y a donc lieu pour obtenir une *température résultante de 16°* dans



a. — Graphique pour déterminer la valeur approximative de y et v (température extérieure des vêtements).



b. — Abaque permettant de déterminer la température effective en fonction des températures sèches et mouillées et de la vitesse.

les différentes pièces (murs de briques de 0 m 35), avec de l'air à 40 % d'humidité, de prévoir au thermomètre sec les températures suivantes pour des salles où se *trouvent des personnes immobiles :*

Pièces intérieures ($R \neq T_s$)	18°
Pièces extérieures par un côté seulement.	19°
Pièces extérieures par deux côtés. . . .	20°
Pièces extérieures des trois côtés . . .	20°5
Pièces extérieures de cinq côtés. . . .	21°5
Vérandah extérieure vitrée sur une face.	22°5
Vérandah vitrée sur trois faces. . . .	24°

(Bien entendu ces températures *sont celles de l'air* et ne sont pas celles indiquées par un thermomètre ordinaire placé en un endroit quelconque.)

Dans les salles où les *occupants se déplacent*, ces températures pourront être réduites, en passant par exemple de 17° pour une pièce intérieure à 21° pour une vérandah vitrée sur trois faces.

A. MISSENARD,
Ancien élève de l'École polytechnique.

NÉCROLOGIE

LE GÉNÉRAL DE DIVISION FERRIÉ

Le 16 février, quelques jours après avoir subi une opération chirurgicale exécutée d'urgence, le général de division Ferrié, Grand-Croix de la Légion d'honneur, maintenu en activité sans limite d'âge, avec rang et prérogatives de commandant de région, membre de l'Institut, est décédé à l'hôpital du Val-de-Grâce.

Pour retracer sa carrière militaire et scientifique, la *Revue du Génie* ne peut mieux faire que de donner les éloges funèbres prononcées aux obsèques du général Ferrié par ses pairs, le général de division Belhague, inspecteur général du génie, membre du Conseil supérieur de la Guerre, et le général de division Bourgeois, du cadre de réserve, membre de l'Institut, sénateur du Haut-Rhin.

DISCOURS PRONONCÉ PAR LE GÉNÉRAL BELHAGUE

Vendredi, alors que nous apprenions avec joie que notre chef, le général Weygand, était hors de danger, nous étions informés que le général Ferrié devait subir la même opération, mais dans des conditions beaucoup moins favorables : hélas, les craintes n'étaient que trop fondées, puisque deux jours plus tard la mort nous l'enlevait. La rapidité de ces événements nous a frappés de stupeur, nous qui l'avons vu il y a seulement quelques jours, toujours actif, nous faisant part de ses prochains voyages. La disparition du général Ferrié est une perte irréparable, non seulement pour sa famille, mais aussi pour l'armée, pour la science, pour la France.

Des voix plus autorisées que la mienne viennent d'évoquer le savant.

En l'absence du chef de l'armée, qui, sans la maladie, aurait tenu à prendre la parole en ce moment, qu'il soit permis à l'inspecteur général du génie de rappeler la brillante carrière militaire du général Ferrié et les services éminents qu'il a rendus à l'armée.

Né le 19 novembre 1868 à Saint-Michel de Maurienne, Ferrié entre à l'École Polytechnique à 19 ans. En 1889, il va comme sous-lieutenant du génie à l'École d'application de Fontainebleau. Il en sort lieutenant deux ans après et sert au 4e régiment du génie à Grenoble et à Besançon.

Capitaine en 1897, il est employé à la chefferie du génie d'Albertville, dans sa Savoie. Cependant la télégraphie, dont il avait commencé à s'occuper, et l'électricité l'attiraient particulièrement; et il est désigné l'année suivante pour le Dépôt central de la Télégraphie militaire.

Ferrié a trouvé sa voie.

Dès 1899, ses travaux personnels attirent l'attention de ses chefs sur lui et il est désigné pour suivre les expériences de Marconi sur la télégraphie sans fil. Il voit immédiatement les services que cette découverte peut rendre à l'armée et dès lors ses efforts vont tendre vers l'application militaire de cette branche de la science à laquelle il apportera tant de contributions personnelles. Il prend part aux travaux d'études prescrits par les ministres de la Guerre, de la Marine, des Colonies et chaque fois c'est pour lui un nouveau succès, ainsi qu'en témoignent les nombreuses lettres de félicitations que ces autorités lui adressent. En 1902, lors de la catastrophe survenue à la Martinique, qui avait interrompu les communications télégraphiques, il est envoyé à Fort-de-France où il installe très rapidement la liaison par radiotélégraphie avec la Guadeloupe. Rentré en

France, il établit la communication également par télégraphie sans fil entre Paris et nos grandes places de l'Est, résultat de la plus haute importance pour la Défense Nationale.

La croix de la Légion d'honneur vient récompenser ses services.

En 1906, il est désigné par le ministère du Commerce et des Postes et Télégraphes comme membre de la Délégation officielle au Congrès International d'Électricité de Saint-Louis et déjà ses chefs peuvent écrire qu'il a le plus contribué en France aux progrès de la télégraphie sans fil.

C'est lui qui, en 1907 fait le projet de la station de la Tour Eiffel, dont il perfectionnera sans cesse l'installation, et il n'est encore que capitaine lorsque le général commandant le génie du Gouvernement militaire de Paris dit de lui qu'il est « un des officiers qui sont l'honneur de l'Arme ».

En 1908, il est désigné comme chef du service télégraphique des troupes débarquées à Casablanca. Là, il donne toute sa mesure; quel magnifique éloge en fait le général d'Amade quand il dit de lui : « Il est impossible de rencontrer un officier spécialiste réunissant une science plus étendue, dans la branche qu'il occupe, à des aptitudes militaires plus complètes dans toutes les autres branches du service. La science pure et la haute compétence technique de ce savant officier n'ont jamais nui à ses qualités d'officier de troupe en campagne. Le capitaine Ferrié est par-dessus tout un officier apte au service de guerre, et la radiotélégraphie n'est qu'une manifestation de ses multiples aptitudes ».

Ses remarquables services lui valent le grade de chef de bataillon.

A son retour en France, il reprend ses travaux de science pure et d'applications pratiques tout en s'acquittant de nombreuses missions aux colonies et dans

l'Afrique du Nord. Il dirige le service de la télégraphie sans fil dans presque toutes les grandes manœuvres. A celle de Picardie, en 1910, il part avec le dirigeable *Clément-Bayard*, équipé par ses soins; et, pendant toute la durée des manœuvres, reste en liaïson avec Paris.

Nommé lieutenant-colonel à la veille de la guerre, il développe dès le début de celle-ci l'installation radiotélégraphique de la Tour Eiffel; puis il construit un grand poste à Lyon. La liste de ses participations aux études nouvelles pour donner satisfaction aux besoins toujours plus grands des troupes en campagne est innombrable; et il peut constater avec satisfaction que, malgré le développement de l'industrie ennemie, c'est en France que sont créées, sous sa direction, toutes les nouveautés en matériel radiotélégraphique de guerre et que le matériel français n'est imité par les ennemis qu'avec un retard souvent trés long. Aussi, nommé colonel en 1915; est-il le véritable conseiller technique de toutes les armées alliées pour la Radiotélégraphie. C'est sous sa haute direction qu'est établi le puissant poste de la Croix d'Hins.

Il est nommé général de brigade en 1919 et inspecteur général de la Télégraphie militaire et commandeur de la Légion d'honneur en 1921. L'Institut de France reconnaît sa haute valeur en le recevant au nombre de ses membres titulaires en 1922.

Il est ensuite nommé commandant supérieur des troupes et services de transmissions et promu en 1925 général de division.

Tout en poursuivant ses études théoriques et pratiques, il assure un service tout particulièrement chargé de commandement, de direction et d'inspection, en France, en Afrique, en Syrie; et entre temps il participe, dans le monde entier, à de nombreux congrès, soit comme membre, soit le plus souvent comme président.

Il avait le don de l'organisation. Bien que disposant

de ressources budgétaires extrêmement modestes, il est parvenu à installer d'abord des laboratoires de plus en plus perfectionnés où ses études si importantes et celles de ses élèves se sont développées; il a également installé aux Invalides des ateliers qui furent pendant longtemps les seuls ateliers de construction d'appareils de télégraphie sans fil existant en France et il fabrique de nombreux appareils pour toutes les administrations d'État. Je citerai en particulier la création d'un réseau intercolonial.

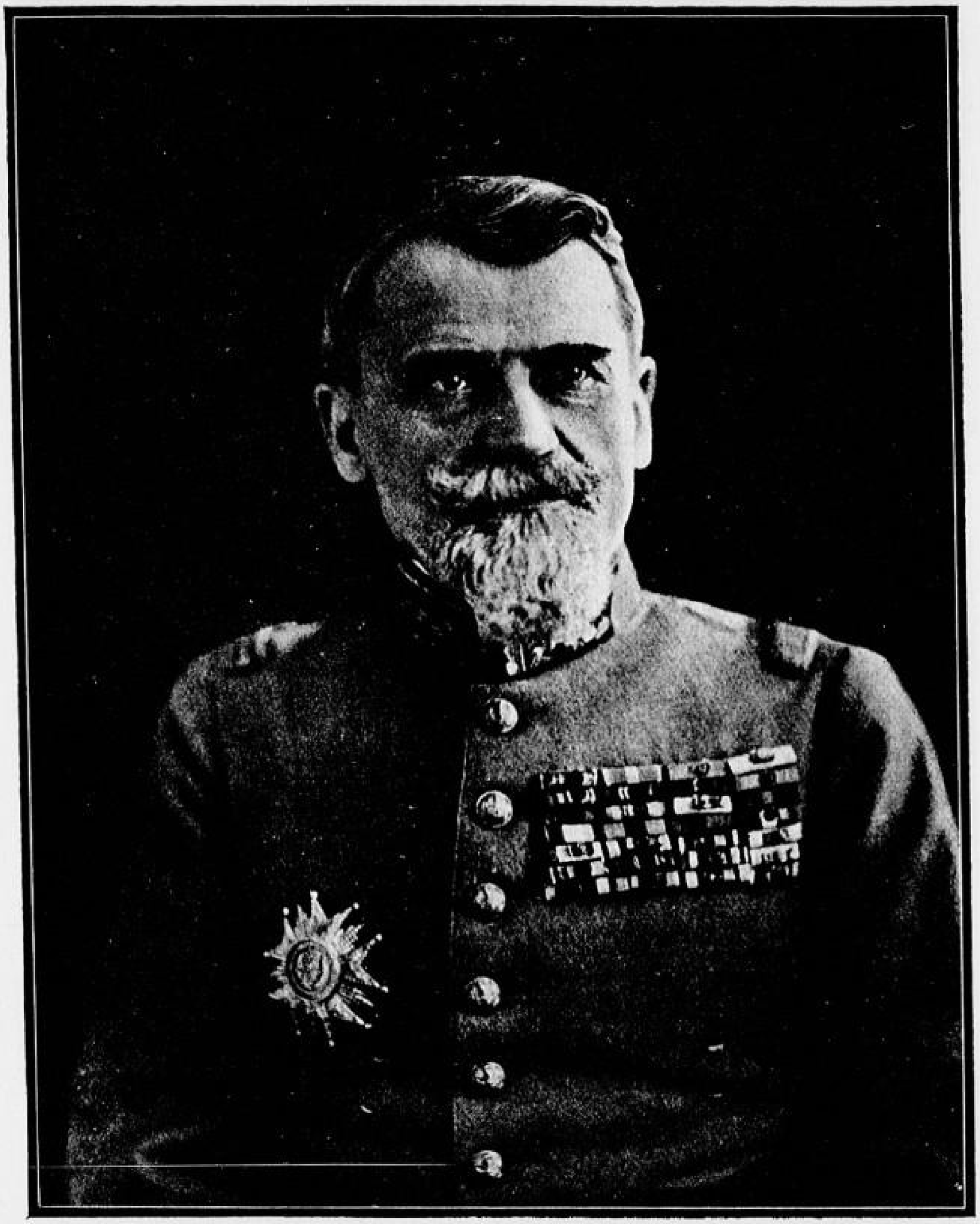
En résumé le général Ferrié, a été véritablement l'animateur de la radiotélégraphie militaire, qui a elle-même précédé le développement de la radiotélégraphie civile en France, développement auquel il a puissamment contribué, soit personnellement, soit par ses élèves.

Sur la proposition de M. Paul Painlevé, ministre de la Guerre et savant éminent, et de son successeur, M. Maginot, le Parlement a témoigné la reconnaissance du Pays en votant, en 1930, une loi spéciale maintenant le général Ferrié en activité de services sans limite d'âge, récompense particulièrement exceptionnelle pour un général de division. Hélas, il n'aura pas joui longtemps de cette grande faveur. La même année il recevait rang et prérogative de commandant de régoin.

Enfin ces jours derniers, le général Weygand bien que gravement malade, a tenu à proposer l'attribution au général Ferrié de la grande croix de la Légion d'honneur que le Gouvernement lui a immédiatement accordée.

Cet exposé long quoique bien incomplet de la carrière du général Ferrié montre quel serviteur l'armée et la France perdent aujourd'hui.

Soldat convaincu, il en avait le désintéressement. Il a été très souvent l'objet de sollicitations fort tentantes et les situations les plus lucratives lui ont été offertes. Il les a toujours écartées, car officier il était,



LE GÉNÉRAL FERRIÉ

officier il entendait rester. N'est-ce pas de lui que le commandant d'un régiment d'infanterie où il faisait un stage comme chef de bataillon, écrivait :

« C'est un officier supérieur de très haute valeur, s'étant intéressé aux évolutions et au combat de l'infanterie, ne négligeant aucun détail, c'est une véritable jouissance militaire que d'avoir près de soi un officier de cette valeur ».

Il était de ceux qui estiment qu'il n'y a aucune antinomie entre la qualité de savant ou d'ingénieur et celle d'officier. Il pensait même qu'un ingénieur militaire a tout à gagner à être officier tout court, de même que l'armée a tout à gagner à compter parmi ses officiers des hommes de haute culture, capables de la représenter au sein des sociétés savantes les plus élevées du pays.

Je ne puis m'empêcher de faire un rapprochement entre le général Ferrié et un de ses camarades de promotion de l'École Polytechnique, son ami, le général Buat. Ils ont orienté leur carrière de façon différente : l'un est devenu un grand ingénieur et un savant éminent, l'autre un tacticien, un stratège de haute valeur; il semble donc que rien ne les rapproche; mais en réalité, que de points communs ils ont entre eux : grâce à sa formation scientifique le général Buat s'intéressait aux progrès de la science et de l'industrie et comprenait de suite tout le bénéfice que l'armée pouvait et devait en tirer. Quant au général Ferrié, sa formation militaire lui faisait comprendre et deviner les besoins des troupes en campagne et il s'ingéniait à leur donner satisfaction. Il n'est pas douteux que ces résultats sont dus à leur formation Polytechnicienne et ils resteront tous deux des exemples magnifiques de grands serviteurs du Pays à donner aux jeunes générations de l'École Polytechnique, comme ayant satisfait magnifiquement à la devise de celle-ci : « Tout pour la Patrie, les sciences et la gloire ».

Le général Ferrié possédait toutes les qualités morales d'un grand chef. Travailleur acharné, d'une intelligence vive, il faisait facilement face à une tâche écrasante. Son jugement était particulièrement droit et sûr et ses avis, toujours marqués au coin du bon sens, étaient précieux dans nos commissions et comités.

Il était d'une grande modestie, que les plus brillants succès n'ont pu entamer. Il n'avait qu'une ambition : servir.

Par sa bonne humeur, son entrain, son talent de conversation, l'aménité de son caractère, il conquérait bien vite la sympathie, l'amitié de tous ceux qui avaient le bonheur de l'approcher. Quel camarade séduisant ! Quel cœur d'or il possédait ! Sa bienveillance, sa bonté étaient inépuisables. Jamais on ne faisait en vain appel à lui. Il s'intéressait à tous ceux avec qui il était en rapport, même les plus petits, et ne manquait pas de leur donner un appui, tout en sachant bien discerner les vraies valeurs.

Aussi, aujourd'hui, ceux qui ont été ses supérieurs, ses camarades, ses subordonnés pleurent en lui un grand ami. C'est vous dire, Madame, de quel cœur brisé nous nous joignons à vous et à toute sa famille, dans votre deuil.

Puisse cet élan et cette sympathie affectueuse et profondément émue qui montent vers votre regretté mari être un adoucissement à votre douleur.

Mon cher ami, au nom des Troupes et Services de Transmissions, au nom de l'arme du génie, au nom de l'armée tout entière, au nom du Gouvernement de la République, je te dis adieu.

DISCOURS PRONONCÉ PAR LE GÉNÉRAL BOURGEOIS

L'Académie des Sciences, le Bureau des Longitudes, l'armée, la science française, la science mondiale, sont

en deuil. Le général Ferrié, notre confrère, qu'il y a quelques jours à peine nous voyions encore à nos séances plein de force et de vie, n'est plus. La nouvelle de l'opération grave qu'il venait de subir et après un bien court délai la nouvelle de sa mort ont été pour nous tous comme un coup de foudre; nous sommes encore à nous demander si sa disparition est une réalité.

Celui qui vient de nous quitter était à la fois un grand soldat, un savant éminent et un remarquable organisateur. Aussi, retracer sa carrière scientifique, indépendamment de sa carrière militaire, est une impossibilité. Toutes deux s'enchevêtrent, car son ambition constante était de faire profiter l'armée qui lui était si chère de tout ce que sa haute compétence scientifiqie lui faisait découvrir et réaliser.

L'œuvre de toute la vie de Ferrié se rapporte à la télégraphie sans fil. A sa sortie de l'École Polytechnique, il choisissait l'arme du génie et dès le début était affecté au dépôt central de la télégraphie militaire. Là il est pris immédiatement par l'immense intérêt qui s'attache dès 1898 aux phénomènes de propagation des ondes; il en étudie les applications militaires et dès lors comme il l'a si souvent répété, sa carrière technique et scientifique est définitivement fixée.

De ce moment, il s'afforce sans cesse de contribuer à la technique radiotélégraphique et de développer ses applications sans concours étranger. C'est le résumé de toute sa carrière.

Mais comme doit le faire et comme le fait tout grand esprit scientifique, il procède par étapes. Dans une première période, il entreprend des recherches dans le but de concevoir les phénomènes et de réaliser les appareils. Dès le début, il apporte par la découverte et la création d'un type spécial de détecteur un progrès des plus importants à la réception des signaux de télégraphie sans fil, en permettant leur lecture à l'oreille par

leur son. Il réalise en même temps, au cours d'une campagne coloniale marocaine, les premières applications de ses découvertes et commence en 1903 l'installation à la Tour Eiffel d'un poste puissant qui rendra par la suite tant de services.

A partir de 1909, Ferrié estime la technique suffisamment avancée et entreprend un large développement des applications de la télégraphie sans fil. C'est à cette époque que se rapporte l'emploi des appareils à bord des dirigeables et des avions militaires, enfin l'application de la télégraphie sans fil au problème de l'envoi de l'heure du méridien initial à tous les postes de réception que peut toucher la Tour Eiffel, en liaison avec l'Observatoire de Paris. Réalisation d'une portée immense qui assure aux navires la détermination précise de leurs positions à la mer et révolutionne la détermination des différences de longitudes. Ces résultats mettent la France au premier rang pour le problème de la distribution de l'heure; Paris est choisi comme siège du Bureau International de l'Heure.

Arrive 1914, la guerre. Ici, ce que l'on peut appeler la chance française, trouve à la tête des services de télégraphie militaire l'homme le plus compétent qui soit, celui qui à une science profonde joint une énergie peu commune et un incomparable esprit réalisateur. Il serait trop long d'énumérer toute l'ampleur des recherches, des découvertes, des réalisations faites par le général Ferrié et les savants collaborateurs qu'il avait réunis autour de lui et dont le continuel dévouement ne lui a jamais fait défaut. Il suffit de dire que dès le début et pendant toute la durée de la guerre, la France fut toujours, en télégraphie et téléphonie militaires, d'une incontestable supériorité. Nos alliés nous suivirent; quant à nos ennemis, malgré leur puissante organisation technique, ils furent toujours considérablement en retard. L'armée française a été ainsi toujours la pre-

mière, grâce à Ferrié, qui se montra dans ces circonstances non seulement un grand chef auquel doit aller la reconnaissance du pays, mais un des meilleurs artisans de la victoire finale.

Après la guerre, Ferrié réussit à conserver la cohésion entre les spécialistes dont l'union avait donné de si bons résultats. Il fut l'âme du projet d'une grande opération internationale de différence de longitudes mondiale, actuellement en cours d'exécution, sous les auspices du Bureau des Longitudes.

Il collabora également, avec toute sa compétence et toute son ardeur, à la réalisation de l'expédition scientifique que l'on appelle l'année polaire, qui doit donner, au point de vue de la physique du globe, des résultats de tout premier ordre. Il nous en parlait encore au Bureau des Longitudes, il y a une quinzaine de jours; la mort vient de le surprendre au milieu de ses travaux.

Tant de services rendus avec un dévouement sans limites et un complet désintéressement devaient avoir leur consécration scientifique. Dès 1911, le Bureau des Longitudes l'appelait auprès de lui; en 1922 l'Académie des Sciences le nommait à l'unanimité, à la vacance créée dans la section de géographie et navigation, par le décès de notre confrère Grandidier, après lui avoir décerné, en 1921, sa plus haute récompense : le prix Osiris.

A l'étranger, ses mérites scientifiques avaient peut-être encore plus de retentissement que dans notre pays, et sa place se marquait au premier rang dans les unions et comités scientifiques internationaux. Il était successivement nommé président de la Commission internationale des Longitudes par T. S. F.; membre de la Commission Internationale de l'Heure, président de l'Union Internationale de Radiotélégraphie scientifique, et tout récemment, quand le Conseil International de Recherches modifia ses statuts, en 1931, et procéda à

l'élection d'un nouveau Bureau, ce fut Ferrié qui d'acclamation fut nommé premier vice-président de la nouvelle organisation. Toutes les sociétés scientifiques françaises de géodésie, d'astronomie, de radiotélégraphie, d'électricité le comptaient comme président ou membre de leur Conseil. Il n'était de par le monde un congrès intéressant ces sciences auquel il ne participât avec une autorité devant laquelle tout le monde s'inclinait. Si l'on ajoute à cela toutes les inspections que lui imposaient ses fonctions d'inspecteur général des services de télégraphie militaire et des troupes et services de transmissions, en France, en Algérie, au Maroc, au Levant, on reste confondu devant une telle accumulation de travaux et devant une telle infatigable activité. Au moment même où il entrait au Val-de-Grâce, il était sur le point de partir en Syrie.

Tel était celui auquel la science doit tant de résultats. Mais à côté du savant il y avait l'homme. Trouver un camarade et un ami plus sûr, un collaborateur plus accueillant, et pour ceux qui servaient sous ses ordres, un chef plus bienveillant, est impossible à dire. Sa haute compétence scientifique, qui le plaçait au premier rang, était chez lui comme cachée sous une affabilité et une modestie qui faisaient l'admiration de tous ceux qui le connaissaient. Qui l'a approché l'a aimé. C'est le plus bel éloge que l'on puisse faire d'un homme.

La perte est immense pour la science; elle l'est plus encore pour la compagne si dévouée de sa vie, qui l'entourait d'une affection qui le soutenait dans ses travaux, lui faisait oublier ses fatigues et devant laquelle je m'incline.

Au nom de l'Académie des Sciences, au nom du Bureau des Longitudes, j'exprime à M^me^ Ferrié et à toute sa famille la part bien vive que tous leurs membres prennent à la disparition d'un des plus éminents de leurs confrères. Puisse l'hommage que nous lui rendons être

un adoucissement à leur douleur, et vous, Ferrié, mon confrère, mon camarade et mon ami, non pas adieu, mais au revoir.

***

Le commandement supérieur des troupes et services des transmissions a reçu le télégramme et la lettre de condoléance du ministre de la Guerre de Yougoslavie et du ministre plénipotentiaire du royaume de Danemark, dont suit la teneur, ainsi que les réponses qui y ont été faites :

« 849, Belgrade 28 18 0920.

« Au nom du Génie yougoslave. Prière recevoir sincère condoléance pour la mort du grand savant Général Ferrié.

Général VESSELINOVITCH. »

Il a été répondu le 18 février 1932 par le télégramme suivant :

« Très sensible à vos condoléances pour la mort du général Ferrié, vous remercie vivement au nom du Génie français.

Général BELHAGUE. »

Paris, le 25 février 1932.
77, avenue Marceau (16e).

Monsieur le chef d'État-Major,

Le chef du corps du génie de l'armée danoise vient de demander à la Légation Royale de Danemark d'exprimer sa profonde sympathie à l'occasion de la grande perte que l'armée et la science françaises ont éprouvée par la disparition du général Ferrié, commandant supérieur des troupes et services de transmissions.

Le corps du génie danois tient également à exprimer ses sentiments de vif dévouement et de gratitude pour le grand intérêt que le feu général a montré vis-à-vis des officiers du génie danois venus en France pour étudier la radiotélégraphie.

Le souvenir du général Ferrié sera conservé par le génie danois avec une profonde vénération et reconnaissance et son chef aurait désiré manifester sa sincère sympathie lors des funérailles du général, mais la triste nouvelle de son décès lui est seulement parvenue après ses funérailles.

Veuillez agréer, Monsieur le chef d'État-Major, les assurances de ma haute considération.

Le chargé d'Affaires a. i.

Paris, le 2 mars 1932.

Le Général de division Belhague
Membre du Conseil supérieur de la Guerre
Inspecteur général du Génie
Président du Comité technique du Génie,

à Monsieur le Ministre plénipotentiaire
du Royaume de Danemark et Islande
77, avenue Marceau.
Paris (XVIe).

Excellence,

Le chef d'État-Major du général commandant supérieur des troupes et services de Transmissions m'a fait part des condoléances que Votre Excellence a bien voulu lui adresser, au nom du chef du corps du génie danois, à l'occasion du décès du général Ferrié. Je remercie vivement Votre Excellence et lui serais reconnaissant de vouloir bien transmettre au chef du corps du génie danois mes remerciements personnels et ceux de tous les collaborateurs du général Ferrié.

La sympathie témoignée par le corps du génie danois à l'occasion du deuil de l'armée française, ainsi que les sentiments de gratitude adressés à la mémoire du général Ferrié, touchent vivement les officiers du génie français. Ces derniers se feront un honneur de maintenir avec les officiers du génie danois la cordialité de relations léguée par le général Ferrié.

Je prie Votre Excellence d'accepter l'assurance de ma haute considération.

LIVRES

Le Grand-Duc Nicolas : son rôle dans la guerre mondiale, par le général Youri DANILOW.

L'auteur, qui a rempli les fonctions de quartier maître général auprès du Grand-Duc depuis le commencement de la guerre jusqu'au moment où le commandement en chef passa à l'Empereur, a tenu à rassembler, au profit des historiens futurs, le récit véridique de la vie et de l'activité de ce grand homme qui fut aussi un grand patriote russe et un sincère ami de la France.

Dans son ouvrage il expose la situation du haut commandement de l'armée russe durant les années précédant la guerre, les difficultés de la stratégie russe, les opérations offensives de 1914, les événements de 1915 sur le front russe; enfin, le dernier chapitre traite des diverses questions diplomatiques qui se posèrent au début de la guerre : question polonaise, question turque, relations entre les États slaves balkaniques, ainsi que des tractations avec la Roumanie et de l'entrée en guerre de l'Italie et du Japon.

Ce document précieux intéressera vivement tous ceux qui suivent l'histoire de la Russie et celle de la Grande Guerre, dont le Grand-Duc Nicolas est une des personnalités les plus attachantes (1).

Une expérience de désarmement, par le général NOLLET (2).

L'auteur, premier président de la Commission Militaire interalliée de Contrôle instituée pour surveiller en Allemagne l'exécution des clauses militaires du traité, a tenu, au moment où allait s'ouvrir la Conférence du désarmement, à donner au public une notion exacte et précise de ce que fut cette Commission.

Une introduction expose le précédent que présente le Contrôle institué en Prusse après Iéna et dont les résultats montrent combien il peut y avoir loin du texte des traités à leur application.

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 12 fr.
(2) Éditions de la Nouvelle Revue française. Prix 24 fr.

La première partie de l'ouvrage dépeint l'organisation de la Commission et la tâche qui était dévolue à cet instrument de la collectivité des puissances alliées, lequel opérait en pays ennemi sans disposer de la force.

La deuxième partie est un tableau, peu satisfaisant pour l'amour-propre national, de la vie de cette Commission.

Enfin la troisième partie donne les résultats obtenus, fait ressortir que le désarmement d'une nation ne peut être qu'éphémère et après avoir examiné les moyens susceptibles de réaliser la suppression des conflits armés, conclut à la nécessité actuelle de la défense nationale.

La Guerre aéro-chimique et les Populations civiles, par les médecins lieutenants-colonels IZARD et DES CILLEULS et le pharmacien capitaine KERMAREC (1).

Dans le présent ouvrage les auteurs ont résumé, sous une forme aussi simple que possible, la documentation nécessaire à ceux qui sont appelés, d'une façon quelconque, à concourir à la protection des populations civiles contre les effets de la guerre aéro-chimique, et même à ceux qui veulent seulement se prémunir contre ces effets.

Dans sept chapitres, complétés chacun par une bibliographie sommaire, ils donnent : l'exposé de l'état actuel de la question de la protection des populations civiles contre la guerre aéro-chimique, la description des gaz de combat, celle de leurs effets immédiats et de leurs effets tardifs sur l'organisme, un exposé de la thérapeutique des intoxications ainsi que de la protection individuelle et de la protection collective contre les gaz.

Dans leur conclusion ils insistent sur le fait que les mesures de protection contre la guerre aéro-chimique ne peuvent avoir d'efficacité que si leur mise en œuvre est basée sur une organisation parfaite, une éducation complète, ainsi qu'une discipline stricte des masses populaires, et enfin une instruction individuelle approfondie de l'utilisation du masque protecteur.

L'Indochine contemporaine, par le colonel DUBOC (2).

Cet ouvrage constitue une documentation fort nourrie et du plus

---

(1) Charles Lavauzelle. Prix : 15 fr.
(2) Charles Lavauzelle. Prix : 20 fr.

haut intérêt sur le magnifique ensemble colonial français d'Extrême-Orient.

Il est partagé en deux parties : géographique et historique.

Le titre I est un précis de géographie physique, humaine, agricole, économique, politique et administrative; le titre II, un précis historique contenant deux chapitres : l'histoire de l'Indochine avant l'occupation française et la France en Indochine.

Enfin dix-neuf cartes précisent et éclairent les nombreuses données de cette fort intéressante documentation.

Notions pratiques de soudure autogène (1).

Le développement rapide de la soudure autogène dans toutes les branches de la construction, de la réparation et de l'entretien crée un besoin croissant d'opérateurs qualifiés, à la formation desquels le présent ouvrage est destiné à apporter un concours précieux.

Débutant par la description du matériel et de son réglage, il indique les premiers exercices à pratiquer, puis expose les différentes méthodes à adopter suivant la nature du travail et termine par un précis d'oxycoupage.

Enfin une annexe comporte cinquante questions de pratique avec leur réponse et cent questions sans réponse, récapitulant les divers problèmes susceptibles de se poser au cours des travaux.

Joffre et son destin, par le lieutenant-colonel FABRY (2).

L'auteur, ancien chef de cabinet et ami personnel du maréchal, a consacré le présent ouvrage à la tâche de montrer aux yeux de tous, les qualités de chef et d'homme qui ont animé le premier commandant en chef de nos armées.

Cet ouvrage est partagé en quatre parties : la disgrâce à la veille de la victoire, à l'École militaire, Joffre et les États-Unis, la fin de la guerre.

On y constate que le remplacement du général en chef a été obtenu par le Parlement à un moment où allait mûrir le fruit des efforts héroïques des défenseurs du pays et que le cours favorable des événements en a été troublé et aiguillé vers un grave échec

---

(1) Office central de la Soudure autogène. Prix : 6 fr.
(2) Charles Lavauzelles. Prix : 12 fr.

et une crise périlleuse, d'où le pays s'est miraculeusement sorti, non sans que plusieurs personnalités politiques aient envisagé un appel à l'autorité du maréchal dans l'intérêt du pays, et que le président de la République l'ait consulté à la veille de l'organisation du commandement unique interalliée.

LISTE DES OUVRAGES ENTRÉS A LA BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE (GUERRE) PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1932

A. I. — *Sciences et art militaires.*

A 1 a.

2160. — Camon (Général). — *Quand et comment Napoléon a conçu son système de manœuvre*. Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8.

2161. — Loizeau (Colonel L.). — *Succès stratégique, succès tactiques*. Préface du général Gamelin. Paris, Berger-Levrault, 1931.

A 1 c.

430 b^6. — Serant (Commandant). — *La guerre chimique de l'avenir, obus et bombes*. Paris, L. Clercx, 1923, in-4°.

A 1 i.

1096. — Vouzelle (Chef d'escadron). — *La gendarmerie, troupe combattante en paix comme en guerre*. Conférence dactylographiée. Quimper, 1931, in-8.

A 1 l.

895. — Société des Nations. — *Annuaire militaire*. — Renseignements généraux et statistiques sur les armements terrestres, navals et aériens, 1930-1931, Genève, 1931, in-8.

A 1 m.

2095. — Immanuel (Oberst. a. D.). — *Der grosse Zukunftskrieg, Keine Phantasie*! Berlin, « Offene Worte », 1932, in-8.

2096. — Bauer (Ludwig). — *La guerre est pour demain*. Traduit de l'allemand par Raymond Henry. Paris, Bernard Grasset, 1931, in-8.

2099. — Arville (Albert D. d'). — *...Et la guerre continue*. Paris, J. Taillandier, 1932, in-8.

3000. — Reboul (Lieutenant-colonel). — *Non, l'Allemagne n'a pas désarmé*. Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, in-8.

A 1 o.

60. — Hampe (Erich). — *Der Mensch und die Gase*, (Einführung

in die Gaskunde und zun Gasschutz). Berlin, Rader, 1932, in-8, grav.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 e.

4866. — Schmitt (Bernadotte E.). — *Comment vint la guerre* (1914). T. I., Traduit par F. Debyser. — T. II, traduit par Ch. Appuhn. Paris, A. Costes, 1932, in-8.

4867. — Oszwald (Dr R. P.). — *Der Streit um den Belgischen Franktireurkrieg.* Koln, Gilde, 1931, in-8, grav.

A 2 h.

820 (38). — Veil (Commandant). — *Les négociations secrètes entre Joachim Murat et le prince Eugène* (févr.-mars 1814). Extr. de la *Revue d'histoire moderne et contemporaine*). Mâcon, Protat, s. d., in-8.

C. — *Sciences.*

C 2 a.

220. — Bruhat (Georges). — *Le soleil.* Paris, F. Alcan, 1931, in-8.

D 1 p.

368. — *Les sondages artésiens de la province de Constantine et les oasis de l'Oued.* Rir. Ratna, F. Soldati, 1878, in-8.

370. — Jus (M.). — *Les forages artésiens de la province de Constantine* (Algérie). Résumé des travaux exécutés de 1856 à 1878. Paris, Impr. nationale, 1878, in-8, carte.

371. — Cosson (E.). — *Note sur le projet de création en Algérie d'une mer dite intérieure.* Paris, E. Martinet, 1880, in-8.

372. — Cosson (E.). — *Le règne végétal en Algérie.* Conférence de l'Association scientifique de France. Paris, A. Quantin, 1879, in-8.

D 1 y.

42. — *La géographie*, revue mensuelle publiée sous la direction de M. H. Grandidier... Paris, Soc. de géographie, 1928, et ann. suiv., in-8, grav., cartes, pl. (1828, XLIX-L, 1929, XL, LII, 1930, LIII).

D 1 z.

212. — *Andrees allgemeiner Ha·datlas*, in 99 Haupt- und 82 Nebenkarten. Dritte Auflage. Leipzig, Velhagen et Klasing, 1896, in-4°.

D II. — *Sciences historiques.*

D 2 m.

913. — *La politique extérieure de l'Allemagne (1870-1914).*

Documents officiels publiés par le ministère allemand des Affaires étrangères. T. XV, 31 août 1898, 20 février 1899. Traduit par J. Molito. Paris, A. Costes, 1932, in-8.

D 2 m.

481. — Londres (Alabert). — *Les Comitadjis ou le terrorisme dans les Balkans*. Paris, A. Michel, 1932, in-8.

D 2 p.

503 (24). — Lacoste (L.), directeur de l'inscription maritime en Algérie. — *La colonisation maritime en Algérie*, mise en valeur de l'Algérie. Paris, Larode, 1931, in-8, grav., cartes.

453 (26). — Renaud (Dr H. P. J.). — *Sur une épidémie de peste pulmonaire autochtone au Maroc occidental* (Extr. du *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 1924). Paris, Masson, 1924, in-8.

D 2 t

2256. — Elmer (Alexandre). — *L'agent secret de Napoléon, Charles-Louis Schulmseister*, d'après les archives secrètes de la Maison d'Autriche. Traduit de l'allemand par L. Thomas. Paris, Payot, 1932, in-8. (Bibliothèque historique).

2257. — Salandra (Antonio). — *Souvenirs de 1914-1915. La neutralité italienne et l'intervention*. Édition française, par André Guieu. Paris, Payot, 1932, in-8.

2258. — Augustin-Thierry (A.). — *Un colonial en temps de de Colbert* (*Mémoires* de Robert Challes, écrivain du Roi). Paris, Plon, 1931, in-8.

D 2 u.

1793. — Becker (Général G.). — *Défense nationale française. Le patrimoine, la menace, la sauvegarde*. Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

E. — *Sciences philosophiques, législatives, politiques.*

E c.

1169. — Valayer (Paul). — *Un conflit franco-russe à la cour de La Haye*. Avant-propos de M. Frank Morin-Pons. Paris, Hachette, 1931, in-8.

1170. — Pingaud (Albert). — *Les tentatives de paix pendant la première année de la Grande Guerre* (Extr. de la *Revue d'hist. diplomatique*. Oct.-déc. 1931). Paris, éd. d'histoire générale, 1931, in-8.

F. — *Sciences économiques, Administration, Travaux publics.*

F 1 b.

780. — Petit (Julien). — *Le chômage en Grande-Bretagne*. Paris, L. Gaudon, 1931, in-8.

C. — *Beaux-Arts, Arts et métiers.*

G n.

98. — *Seize années d'histoire en 700 photographies, 1914-1930,* Paris, Flammarion, 1931, in-8.

G d.

196. — Bouttin (Lieutenant). — *Basket-ball. Essais de psycho-physiologie du basket-ball.* (Extr. des *Sports de Provence*, 31 déc. 1931). Marseille, 1931, in-8.

H. — *Littérature.*

H b.

731. — Schultz (G.). — *Franch-Nederlandsch Woordenbock, van militair-Technischne termen en militari argot.* Goouda G. B. van Goor Zonen, 1928, in-12.

BIBLIOGRAPHIE

Revues civiles

Le Génie civil. — 2 janvier. — Les nouvelles méthodes de purification du charbon. — Les progrès récents de la lutte contre le feu. — Emploi de la silicatisation pour la construction dans les terrains meubles. — Les recherches de pétrole dans le Var. — Garage pour autobus à charpente lamellaire métallique à Belfast. — La rupture des longerons de locomotives et des trucs de bogie. — Les tendances actuelles dans la construction des machines-outils. — Le mécanisme de la formation de la rouille, moyens divers de protéger le fer.

9 janvier. — Les nouvelles méthodes de purification du charbon. — Le nettoyage par procédés pneumatiques. — Les navires à forme Maïer. — Le programme de perfectionnement de l'outillage national voté par le Parlement. — Les emmanchements à force effectués par l'air liquide. — L'étanchement des digues en terre par injection de ciment. — Camion automobile Scammel pour 45 tonnes de charge utile. — Progrès réalisés récemment dans la protection des métaux et alliages contre la corrosion. — L'emploi de la lemniscate pour le raccordement des courbes aux alignements droits. — Le mycalex, nouvelle substance isolante. — Procédé électro-optique pour la mesure du courant de haute fréquence. — Le prix de revient et l'utilisation de l'air comprimé. — L'exploitation des gisements de houille au Spitzberg. — L'emploi des rayons X dans la pétrographie du charbon.

16 janvier. — L'achèvement de la gare de l'Est à Paris. — La couleur et le caractère chimique des eaux potables ou épurées. — Les véhicules industriels à moteur Diesel au XXV^{e} Salon de l'Automobile. — La protection des fondations des machines contre les effets des vibrations. — Dispositif de sécurité pour les aiguilles de voies ferrées manœuvrées électriquement. — L'emploi des poutrelles à larges ailes dans les charpentes soudées. — Le kaolin des Colettes. — Nouvelle grue électrique mobile passe-partout. — Le filage de l'huile sur l'eau.

23 janvier. — Le funiculaire aérien pour voyageurs, de Chamonix à la montagne du Brévant. — Influence de l'effort tranchant

sur les flèches élastiques de poutres. — Les véhicules industriels à moteurs Diesel au XXV[e] Salon de l'Automobile. — La structure des métaux et alliages. — La micrographie et la spectrographie aux rayons X. — Les grues Diesel électriques du port de Dunkerque. — Les effets de l'addition du bismuth à la fonte. — La géophysique appliquée à la prospection.

30 janvier. — L'amélioration de la navigation du Danube maritime. — Les lignes d'influence d'une poutre continue. — La micrographie et la spectrographie aux rayons X. — Les pylônes de T. S. F. en bois de Heilsberg. — Peinture au silicate de soude pour enduits de chaux et de ciment. — Production électromagnétique et distribution urbaine du chauffage et de la réfrigération. — Nouveau type de treuil de râclage à main pour galeries.

6 février. — L'emploi, les propriétés et les applications des ciments alumineux. — Système de commande à distance, sans fils pilotes, des appareils et des compteurs sur les réseaux d'électricité. — La fabrication des conducteurs électriques à l'épreuve des intempéries. — La correction de l'acoustique dans les habitations. — Le gisement de potasse et de magnésie des Landes. — Chambres d'ionisation de très petites dimensions destinées à la mesure locale du rayonnement gamma. — La distribution dans les villes d'un gaz obtenu par mélange de gaz d'origines différentes. — Le durcissement des métaux par un champ magnétique tournant. — Le conditionnement de l'air dans les mines à grande profondeur.

13 février. — III[e] Conférence internationale sur l'utilisation industrielle des charbons bitumineux. — Les réfrigérants à cheminée à contre-courant. — La nouvelle station de radiodiffusion à Saint-Remy-l'Honoré. — Le montage de la charpente de la nouvelle gare centrale de Milan. — Pose de planchers en bois sur du brai ramolli par chauffage électrique. — Action du cuivre métallique sur les germes des eaux d'alimentation. — L'injecteur de créosote dans les traverses de chemin de fer en pin maritime par le procédé Rüping. — L'emploi des alliages inoxydables dans l'industrie chimique. — La mesure de la température effective et de la température moyenne dans un local chauffé. — Les aciers spéciaux employés dans les constructions métalliques. — Le calcul des silos en béton armé.

20 février. — Les travaux d'irigation dans le Soudan, au moyen des eaux du Niger (1). — III[e] Conférence internationale sur

---

(1) Les travaux considérables nécessités par la construction du barrage

l'utilisation des charbons bitumineux. — La flèche élastique d'une poutre dépend-elle de l'effort tranchant? — Sismographe enregistreur Askania destiné à la mesure des vibrations des constructions. — Le barrage de Sukkur et l'irrigation du Sind. — Suppression des cristallisations provoquées par la cavitation.

La Construction moderne. — 14 février. — Groupes d'immeubles au Bois de Boulogne.

21 février. — Les plans dressés par les architectes et l'enregistrement. — Hôtel des P. T. T. de Reims.

28 février. — Les temples de Baalbek au Liban. — Centrale hydro-électrique de La Cure.

Revue des Matérieux de construction. — Février. — Note sur la valeur pratique des formules de composition. — Fabrication des plâtres ordinaires à bâtir. — Les nouvelles normes anglaises pour le ciment Portland. — Évolution dans l'essai des matériaux routiers. — Méthodes de détermination de la chaux libre dans les ciments. Four à chaux et haut fourneau. De l'imperméabilité du béton. — Influence de l'humidité dans les bétons à la pierre ponce. — L'expansion des réfractaires.

Le Ciment. — Février. — De quelques récents essais sur l'action dissolvante des eaux pures sur les ciments. — Résultats obtenus aux États-Unis dans la construction et l'entretien des chaussées par l'emploi du ciment. — Du remède au chômage d'hiver dans les travaux du bâtiment. — Le rôle des ciments en pathologie professionnelle. — Un déclin dans la production des bauxites.

Le Constructeur du ciment armé. — Février. — Application du théorème de Castigliano généralisé. — Le pont Rio do Peix au Brésil. — Méthode de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales. — Sur une généralisation du principe des mesures absorbo-micrométriques au cas du mouvement non purement translatoire des armatures d'un condensateur explorateur.

La Technique sanitaire. — Février. — De la guerre chimique et du rôle du technicien hygiéniste dans la protection des populations civiles. — La gézéification des agglomérations rurales. — Le prix de l'eau et le débit disponible dans les grandes villes. — Contribution à l'étude des pans coupés. — Les recherches géo-

---

et des canaux, sont exécutés par des travailleurs indigènes sous la direction du colonel du génie Doizelet assisté de huit officiers appartenant soit au génie militaire, soit aux troupes coloniales.

logiques et hydrologiques dans les constructions hydrauliques.

Revue générale de l'Électricité. — 6 février. — Le quartz piézo-électrique, ses applications à la télégraphie et à la téléphonie sans fil. — Micromanomètre thermique. — Études des clauses techniques en vue de l'établissement éventuel d'un cahier des charges pour les condensateurs destinés à l'amélioration du facteur de puissance des réseaux. — Le vieillissement des ions dans l'air et dans l'azote. — L'effet de choc dans les courants photo-électriques. — Différence de potentiel de contact entre le fer et le nickel, et leurs fonctions, travail photoélectrique. — La réflexion régulière des rayons X par des cristaux de quartz oscillant piézoélectriquement. — La dispersion des rayons X par la paraffine, l'aluminium, le cuivre et le plomb. — L'effet d'une radiation générale sur la diffraction des rayons X par les liquides. — Variations du moment atomique chez les paramagnétiques. — États magnétiques et variétés diverses d'un même ion. — Sur l'analogie entre le champ électromagnétique et un fluide contenant un grand nombre de filaments en forme de tourbillons. — Emploi des tubes à vide comme oscillateurs à très haute fréquence. — Les lampes au néon. — Sur quelques difficultés de la théorie des quanta. — Sur l'éclair en chapelet avec grains. — Sur une estimation de la hauteur de la couche d'Heaviside au Bengale. — L'interféromètre résonateur acoustique (1re partie). Le système acoustique et son réseau électrique équivalent.

13 février. — Sur les transformateurs à trois enroulements. — Recherches expérimentales sur le phénomène de Barkhausen. — La nouvelle station de radiodiffusion de Radio-Paris. — Emploi des phosphates pour la prévention de l'entartrage des chaudières. — Redresseur à vapeur de mercure avec cathode incandescente. — Représentation graphique des systèmes de mesure (vecteurs des dimensions). — Emploi des tubes électroniques dans l'industrie. — Les équations et le diagramme de la ligne de transmission à courant alternatif. — Câbles à haute tension à plusieurs conducteurs toronnés isolés au papier imprégné. — Le condensateur sonore. — Solutions des métaux dans des dissolvants non métalliques; quelques-unes de leurs propriétés physiques et chimiques. — Applications médicales de l'électricité. — Le magnésium. — Détermination du degré d'humidité du bois par des procédés électriques. — L'emploi du glyptal en fonderie. — Les matériaux réfractaires (1re partie). — Le comportement de l'air absorbé par les liquides isolants lors de leur disrupture.

20 février. — Étude du courant dans un circuit à résistance variable. — Relations entre les coefficients fondamentaux des machines synchrones dans l'état variable et les diverses indépendances apparaissant dans l'étude des régimes synchronés déséquilibrés. — Sur les machines électrostatiques. — Sur la définition, la signification physique et l'emploi en électrotechnique des diverses inductances relatives à deux enroulements. — Une nouvelle expérience affectant les phénomènes produits par les rayons cosmiques. — Un nouveau relai de distance pour la protection des lignes aériennes à haute tension. — Mesure de la pression du vent avec dispositifs de signalisation et de sécurité pour les ponts d excavation, ponts portiques. — Généralisation des lois de Kirchhoff et principe de séparation. — Propriétés magnétiques du fer au-dessus du point de Curie. — Les self-inductances d'une portion de circuit et leurs applications. — Mesure du décalage angulaire des machines synchrones en charges. — Sur un enregistreur des températures sous-marines. — Emploi de câbles enterrés pour l'établissement de réseaux souterrains. — Nouvelle méthode de stabilisation de la fréquence au moyen de lignes de grande longueur. — Emploi des cristaux de sel de Rochelle pour les reproducteurs électriques et les microphones. — Contrôle du volume de son donné par un récepteur avec la lampe de caractéristique à pente variable. — Emploi des chauffe-eau à fonctionnement commandé. — Peut-on maintenir une salle à température constante? La préparation de l'hydrogène par l'électrolyseur Pechkranz. — Les phénomènes de charge d'espace dans les appareils de précipitation électrique.

27 février. — Note sur la mesure du résidu des courbes de tension alternative par la méthode du pont filtrant. — Essai sur le mouvement des liquides visqueux dans une canalisation cylindrique, compte tenu des frottements à la paroi. — Le noircissement des plaques photographiques par les ions positifs des métaux alcalins. — Câbles creux pour lignes de transmission à très haute tension. — Un nouveau relai de distance pour la protection des lignes aériennes à haute tension. — Les isolateurs de quartz. — Électrisation spontanée des nuages de poussière de charbon. — Courts-circuits, instabilité des réseaux : moyens de se protéger des inconvénients qui en résultent. — Dispositif de protection contre les mises à la terre utilisant un transformateur de courant muni d'un troisième enroulement à phases connectées en série. — La protection sélective des réseaux. — Irrégularités dans la caractéristique des couples des moteurs à induction. —

Précautions à prendre dans l'équipement des ponts roulants au point de vue électrique. — Méthode pour la mesure des forces électromotrices en circuit ouvert. — Moteur asynchrone à cages décalées. — Étouffeurs d'écho. — Appareil pour la transformation de vibrations mécaniques en vibrations électriques et inversement. — Perfectionnement à la protection des moteurs en génératrices à courant continu contre les variations de tension. — Perfectionnements aux interrupteurs électriques à grande vitesse. — Organe d'arrêt à commande électrique.

L'Industrie électrique. — 10 février. — Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes de brûlures par l'électricité en attendant l'intervention du médecin, — Étude graphique des systèmes triphasés déséquilibrés. — Les accidents dus à l'électricité. — Solutions graphiques nouvelles de calcul des lignes électriques de transmission à haute tension.

25 février. — Les accidents dus à l'électricité. — De l'influence de la compensation en basse pression de l'énergie réactive sur le rendement des transformateurs. — Sur la recherche de la dissymétrie et les défauts dans les pièces ferromagnétiques. — Préparation de cérium pur. — Mesures des constantes de propagation d'une ligne aérienne avec retour par le sol en fonction de la fréquence. — Sur la théorie moléculaire des phénomènes électro-optiques. — L'absorption des rayons gamma pénétrants par des écrans de plomb de 12 à 30 cm. — Les gaz ionisés et le fonctionnement des lampes à grille positive. — Dispositif d'arrêt pour ascenseur ou pour trains fonctionnant sans contact.

Recherches et Inventions. — Février. — A propos de l'utilisation industrielle du mouvement des marées. — Borne automatique (système L. O. R.). — Un progrès dans la lutte contre le feu (Le système « Extop ». — Le téléphone automatique rural (système Chauveau) en service dans la région de Creil.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. — Février. — La récupération de l'énergie des gaz d'échappement des moteurs. — Quelques nouveautés dans l'étude de la corrosion et dans la protection contre la corrosion. — Les moteurs compound en traction électrique et la récupération d'énergie.

Procès-verbaux des séances de la Société des Ingénieurs civils. — 12 février. — Étude directe de la combustion et du choc dans les moteurs à explosion.

26 février. — La manutention dans ses rapports avec l'organisation du travail. — Considérations théoriques et pratiques sur les convoyeurs à courroies.

Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France. — Juillet-août. — Nouvelle station de surpression de l'usine du Landy et usine à gaz du Cornillon. — Installation de la Société du « Lait Ofco ». — Aéroport du Bourget. — Gare frigorifique de Paris-Ivry (P. O.). — Centrale électrique de Vitry-Sud de l'Union de l'Électricité. — Centrale d'Issy-les-Moulineaux de la C. P. D. E. — Sous-station de Vendôme de la C. P. D. E. — Le raffinage des pétroles bruts. — L'air moyen de la stratosphère. — Le pont de bateaux de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, dit : Pont F. C. M. — Les grands ponts métalliques modernes. — Aménagement et mise en valeur de la côte française des Somalis. — Lille-Roubaix-Tourcoing, port de mer. — Les relevés photogrammétriques et leur importance pour la cartographie coloniale. — La construction d'une grande Centrale d'Électricité (L'Usine de Vitry-Sud). — Les expériences d'hydraulique fluviale dans les laboratoires de la Société Hydrotechnique de France. — Deux types de murs de soutènement économiques en béton légèrement armé. — L'édification du premier « Puits aérien » Knapen d'expérience. — Expériences sur la poussée des terres. — Conclusions pour la construction des quais.

Arts et Métiers. — Février. — Le matériel roulant et voies coloniales. — Le matériau ou bois d'œuvre colonial. — Les groupes Scott. — Salaire et mouvement de la population. — Redresseurs à vapeur de mercure. — Du nouveau en relativité.

Revue de Métallurgie. — Décembre. — Propriétés mécaniques du cuivre. — Les effets des traitements mécaniques sur la résistance des matériaux employés dans l'aviation. — Fils, câbles, haubans. — La protection des matériaux en aéronautique au moyen des peintures, vernis, enduits. — Relation avec la sécurité aérienne. — Mesures élastiques effectuées sur du cuivre à l'aide du miroir de Martens. — Mécanisme de la solution de la cémentite dans les aciers au carbone. — Influence de l'hétérogénéité. — Les soudures tendres et les joints soudés. — Le vieillissement artificiel du duralumin et du superduralumin.

Janvier. — III^{e} Congrès international des charbons bitumineux. — Propriétés mécaniques du cuivre. — Valeurs critiques de la résilience. — Les risques de cassure des corps métalliques. — Au sujet du danger de l'entaille. — Problème de la cohésion technique. — Le germanium dans la métallurgie électrolytique du zinc. — Contribution à la technologie et de ses alliages légers. — La réduction de l'oxyde de zinc par le méthane ou le gaz naturel.

Février. — Propriétés mécaniques du cuivre. — Étude d'un acier au C—Cr—Mo à la température ordinaire et à hautes températures. Sa surchauffe et sa régénération. — Sur les alliages antifrictions Sn — Pb — Cu — Sb en étain. — Influence de petites quantités d'aluminium sur la structure des alliages antifrictions Sn — Pb — Cu — Sb riches en étain. — Résilience et caractéristiques statiques. — Résistance à la chaleur des alliages d'acier à l'aluminium et des enduits d'aluminium sur le fer. — Mécanisme de l'atomisation des liquides. — Les outils en carbure de tungstène. — Au sujet du décapage.

Revue de la Soudure autogène. — Février. — L'acier soudable. — Les charpentes soudées. — Les réparations de machines motrices.

Revue générale des Chemins de fer. — Février. — Note sur les travaux de consolidation du viaduc du Grand-Échaud (ligne de Longeray à Divonne). — La question des chemins de fer en Mandchourie. — Chemins de fer coloniaux : Indochine, Syrie, La Réunion. — Le nouveau rail de 76 kgm de Pennsylvania Railroad. — Le graissage des fusées d'essieux du matériel roulant.

Les Annales des Mines. — Décembre. — Incidents auxquels le tir électrique peut donner lieu.

La Nature. — 1er février. — Les peintures. — La télévision sous-marine. — Les girouettes stabilisatrices Constantin. — Le problème de la structure de notre univers stellaire. — Le mesure de l'intensité des sons : qu'est-ce que le « décibel »? — L'avant-port du Verdon; son môle d'escale.

15 février. — Comment équiper une petite chute d'eau. — Une nouvelle lampe électrique à gaz lumineux. — L'École supérieure des Poids et Mesures : la revision des étalons des bureaux de vérification. — Le doryphore. — Nouveau régulateur automatique de vitesse pour moteurs électriques universels. — La télévision par rayons cathodiques : les récentes expériences de M. d'Ardenne. — Rollinat et le monde des reptiles.

Revue d'Hygiène. — Février. — Le trachome en Afrique. — Drainage du sous-sol aux colonies au moyen du bambou.

Bulletin de la Société des Ingénieurs soudeurs. — Novembre-décembre. — La soudure des rails de chemins de fer et tramways. — La peinture des ateliers de soudure électrique. — La soudure par résistance. — La soudure électrique à l'arc.

Chaleur et Industrie. — Février. — Les pétroles métropolitains et coloniaux. — Les combustibles et carburants liquides légers. — Les combustibles et carburants liquides lourds. — Les com-

bustibles et carburants solides. — Les gaz comprimés. — Les gazogènes. — Le carbone-carburant. — Un gazogène utilisant les combustibles végétaux et déchets. — La gazéification des graines de coton pour la production de force motrice. — Les combustibles coloniaux. — L'utilisation des coques d'arachides comme combustible. — Le chauffage des chaudières aux colonies. — Le conditionnement de l'air aux colonies. — La température d'égal confort, généralisation. — Les distributions urbaines de chauffage et de réfrigération. — Les derniers perfectionnements de l'éclairage. — Les surfaces réfléchissantes utilisées comme source secondaire de lumière. — L'eau chaude dans la maison par le gaz et l'électricité.

Annales des P. T. T. — Février. — Organisation du service téléphonique de l'Exposition coloniale de Paris 1931. — Câbles de raccordement pour installations électriques. — Le système à bande latérale unique appliqué aux ondes courtes. — Sur les oscillateurs à ondes très courtes.

La Technique des travaux. — Février. — Le plus haut gratte-ciel du monde : l'Empire Stat Building, à New-York. — Les installations hydro-électriques de l'Oberhasli en Suisse. — Construction des murs-digues du canal Albert dans la traversée de Haccourt-Lixhe près de Visé (Belgique). — Flexion des pièces droites croisées à moment d'inertie constant.

La Technique moderne. — 1er février. — La technique de la route moderne, d'après les enseignements du Congrès international de Washington et de la Semaine française de la route. — La centrale de Vitry-Sud de l'Union d'Électricité. — L'agrandissement de la gare de l'Est. — La fabrication du verre de sécurité. — L'identification de la soie artificielle. — Éclairage original d'un salon de thé. — Ascenseurs avec arrêts automatiques par lampes pliotrons. — Comparaison thermodynamique entre le moteur Diesel et le moteur à charbon pulvérisé. — Application de la méthode de la déviation et de la méthode de zéro à la mesure électromagnétique des petites déformations. — Des lubrifiants à base de graphite colloïdal.

15 février. — La Centrale de Chalon-sur-Saône des forces motrices du centre. — La commande automatique des groupes électropompes. — Les origines des soufflures dans les lingots d'aciers spéciaux, notamment dans les lingots d'acier électrique. — Quelques perfectionnements récents de la fabrication des fils de bobinage. — Les récents progrès dans l'électrolyse des chlorures alcalins. — La sensibilité du corps humain aux courants alternatifs faibles.

Revues étrangères

Bulletin belge des Sciences militaires. — Février. — Les opérations de l'armée belge pendant la campagne 1914-1918. — L'armée belge sur le front Mer du Nord — Saint-Julien (18 avril-6 juin 1918). — La bataille du Kemmel (avril 1918). — Conférence générale de limitation et de réduction des armements.

Revue militaire technique polonaise. — Novembre. — Le rôle du matériel de transport léger dans le passage des rivières. — Le matériel pour la destruction et le barrage des voies de communication. — L'organisation allemande des voies navigables pendant la guerre mondiale. — Les différents procédés de radioguidage des avions. — Les chars allemands. — Les signaux de combat d'une section d'autos blindées. — Sur le rôle de l'artillerie dans la défense antitank. — Le système d'allumage Alco.

Rivista d'Artiglieria e Genio. — Février-mars. — Synthèse de l'emploi du génie. — Préparation graphique du tir de côtes. — Un problème concernant l'emploi du ciment dans les constructions en zones sismiques. — Renseignements sur l'artillerie française. — Protection d'une colonne en marche. — Opinions sur l'emploi de l'artillerie antiaérienne dans l'armée aux États-Unis.

Rivista Militare Italiana. — Février. — Guerre aérienne ou guerre terrestre? — La Conférence générale du désarmement et sa préparation. — Les coalitions et la question du commandement unique. — Les radio-transmissions dans le service de renseignements de la guerre.

Revista de Estudios militares. — Janvier. — Les Hauts Centres Directifs militaires. — Les facteurs du conflit mandchourien. — Manœuvres aériennes aux États-Unis.

Février. — Les facteurs du conflit mandchourien. — La doctrine dans un cas concret d'un exemple historique et ses relations avec la préparation professionnelle. — Le conflit sino-japonais.

Memorial de Ingenieros del Ejercito. — (Espagne) Janvier. — Lignes artificielles, filtres de fréquence. — Le réfectoire de l'Académie générale militaire. — Le vol à voile. — Une biographie de Goethals. — Le tir contre le verre triplex. — L'obtention du fer pur en quantités commerciales. — Radiophonie par ondes ultra-courtes. — Transformation de la cellulose de bois en alcool.

Février. — L'électricité atmosphérique et l'aérostation. — Le pro-

blème politique et économique de l'Inde. — Les tourbillons de Karman. — Discussion sur la préparation technique du génie anglais.

Revista militar del Peru. — Janvier. — La répartition de l'artillerie sur le champ de bataille et l'artillerie d'accompagnement. — — Tir de démonstration. — Béton armé.

Memorial del Ejercito de Chile. — Décembre. — Considérations. sur le service des transmissions. — La guerre de mine. — La guerre de montagne. — Les grandes manœuvres de l'armée française en 1930. — Les faits historico-politiques ayant précédé le conflit sino-japonais.

Janvier. — L'amour de la patrie chilienne. — Le train automobile et les transports de troupe. — L'éducation militaire du pays. — Les principes communistes en présence des lois biologiques et de la structure spirituelle de la société moderne. — Échanges des officiers entre les différentes armes. — L'aviation en guerre de montagne.

Schweizerische Monatschrift für Offiziere (Suisse). — Février. — La transformation de nos équipages de pont. — Notre matériel d'artillerie de campagne satisfait-il aux exigences d'un canon de campagne moderne? — Le combat de Panasowka les 2 et 3 novembre 1915. — La valeur de l'expérience de la guerre pour l'armement et le tir de l'infanterie.

Vereeniging ter Beoefening van de Krijgswetenschap (Hollande). — 1931-1932. — Importance stratégique et tactique de la fortification permanente : son organisation technique.

De Militaire Spectator (Hollande). — Février. — En marge de la Conférence du désarmement. — L'élégance militaire sous le deuxième Empire.

Militär Wissenschaftliche Mitteilungen (Autriche). — Janvier-février. — L'histoire douloureuse du désarmement. — Potentiel de la guerre. — Désarmement et sécurité. — Principes de la défense et égalisation des armements. — L'importance des effectifs instruits et du matériel de guerre pour le désarmement général. — La valeur militaire d'aéronefs civils. — Le désarmement technique. — L'industrie de guerre et la défense du pays. — Le désarmement aérien. — L'économie et le désarmemnet. — Les budgets de guerre et leur camouflage. — Le jubilé des armements. — Les armements ont-ils déterminé la guerre mondiale? — L'insuffisance des armements des puissances mondiales.

Vojenské Rozhledy (Revue militaire tchécoslovaque). — Janvier-Février. — La marche d'approche et la prise de contact. — La cryptographie pendant la guerre mondiale. — Le décès d'An-

dré Maginot. — L'infanterie aux avant-postes. — Les exercices de nuit. — La détermination photogrammétrique des emplacements de batteries. — La défense antiaérienne. — La batterie de D. C. A. : son organisation et son emploi. — L'emploi des mitrailleuses pour la défense antiaérienne pendant la guerre mondiale.

Revue militaire technique tchécoslovaque. — Janvier. — Développement de la fortification après la guerre. — La vivacité de combustion des poudres colloïdales; sa détermination au laboratoire. — Gradation de l'efficacité des armes portatives (Fusil Gerlich). — Camion d'ambulance vétérinaire. — L'emploi du brouillard artificiel dans les opérations de guerre.

Février. — Les préparations d'attaque par vague gazeuse sur la basse Piave en 1918. — Passerelles d'assaut improvisées. — Construction des ponts lourds pendant la guerre mondiale. — L'emploi du brouillard artificiel dans les opérations de guerre. — Préparation du brouillard artificiel. — Un nouvel explosif d'amorçage.

Wehr und Waffen (Allemagne). — Février. — La puissance disproportionnée de l'artillerie polonaise. — La lutte de l'infanterie contre les avions et les tanks. — Un nouveau compas pour le tracé des arcs de cercles. — L'électrification de l'équipement de l'armée.

Romania militara (Roumanie). — Décembre. — Étude tactique sur les opérations de la division 2/5 en novembre 1916. — La conduite de la guerre de coalitions. — L'artillerie d'accompagnement pour notre armée. — L'infanterie à travers les âges. — Quelques principes de mécanique, qui se trouvent aussi à la base de l'art militaire. — La guerre et les courants philosophiques, psychologiques, sociaux et économiques.

Janvier. — La guerre et les courants philosophiques, psychologiques, sociaux et économiques. — Réflexions sur la guerre au début de la Conférence de désarmement. — L'Europe actuelle. — La défense des unités pendant la bataille. — Contre les attaques des avions volant à faible hauteur.

Revista Geniului (Roumanie). — Janvier-février. — La défense du Danube aux temps passés. — L'organisation du terrain dans la situation des troupes de couverture. — La technique dans la guerre moderne. — Les formes d'interprétation des principes de l'organisation du terrain dans les armées étrangères. — Le génie sanitaire. — Faut-il croire à la paix. — Question d'organisation du travail dans les travaux de l'organisation du terrain.

Revues militaires

Revue Militaire Française. — Février. — La recherche de la décision. — Yorktown, 1781. — Trois mois d'opérations combinées sur terre et sur mer dans une guerre de coalition. — Comprendre. — L'emploi des chars à la bataille de Cambrai. — L'organisation du terrain à une aile.

Revue d'Infanterie. — 1er février. — Organisation des exercices avec tirs réels dans les camps d'instruction. — Liaison infanterie-artillerie. — La solution des combattants. — Organisation générale de l'instruction. — Les chars à la bataille de la Malmaison (octobre 1917). — Le nouveau fusil allemand Halger-Magnum.

Revue des Forces aériennes. — Février. — Un document historique sur la liaison entre l'aviation et la cavalerie. — La T. S. F. et les transmissions dans l'aéronautique militaire. — L'aviation de bombardement M. P. dans la bataille de jour. — L'aéronautique dans les flottes anglaise et allemande pendant la guerre. — Remarques au sujet de la méthode dite des « dérives résiduelles ».

Revue de l'Artillerie. — Février. — Une expédition française à Moka en 1737. — Canon de 155 long puissant Schneider sur affût-plateforme à tour d'horizon.

Mémorial de l'Infanterie française. — 4e fascicule. — Sur l'approximation de la fonction de résistance par les polynômes. — Interprétation et utilisation des sondages aérologiques de pressions et températures. — La piézo-électricité. — Esquisse d'une théorie de la relativité de la cinématique. — Au sujet de l'ombre acoustique des canons.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. — Février. — L'oxydo-réduction. — La cétogénèse. — Le service de santé militaires au XVIIIe siècle : l'hôpital Saint-Louis de Montpellier. — Sur les propriétés immunigènes de la cryptotoxine diiodosalicylique.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET ADMINISTRATIFS

Voir au *Bulletin officiel :*

PARTIE SEMI-PERMANENTE

1er *janvier 1932.* — Liste, dans l'ordre alphabétique, des cahiers des charges communes établis pour les travaux et fournitures à faire au compte du département de la guerre.

Liste, dans l'ordre chronologique, des cahiers des charges communes établis, pour les travaux et fournitures à faire au compte du Département de la Guerre.

Liste des journaux et publications qui consentent à insérer gratuitement les avis d'adjudications intéressant l'administration de la Guerre.

Circulaire du 16 janvier 1932, relative à l'enseignement par l'image en 1932.

18 janvier 1932. —Lettres de félicitations avec mention au *Bulletin officiel :*

État-major général

M. *Chauvineau* (Narcisse-Alfred), général de brigade. commandant l'E. M. A. G.

« Dirige depuis près de quatre ans l'école de perfectionnement des officiers de réserve du Génie (sapeurs-mineurs) de Versailles. Obtient les meilleurs résultats. »

Génie.

M. *Serre* (Georges-Eugène), lieutenant-colonel, chef du génie de Versailles.

« A fait preuve de zèle et de compétence, comme directeur des exercices pratiques, à l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs de chemin de fer) de Versailles. »

M. *Verneau* (Jean-Edouard), chef de bataillon, E. M. A., 1er Bureau anciennement au 3e régiment à Arras :

« A fait preuve de zèle et de compétence, comme directeur de l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie

(sapeurs-mineurs) d'Arras. A su rendre la fréquentation de cette école très profitable et a obtenu d'excellents résultats. »

M. *Piotet* (Léon-Eugène), lieutenant-colonel, directeur du génie à Rouen, anciennement au 6e régiment à Angers :

« Adjoint au directeur de l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs) d'Angers, a exercé ses fonctions avec un zèle et un dévouement dignes d'éloges. A obtenu les meilleurs résultats. »

M. *Gobeau* (Léon-Camille), chef de bataillon, chef du génie de Cherbourg, anciennement au 2e régiment à Metz :

« A participé avec zèle et compétence à l'instruction des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs), des écoles de perfectionnement de Metz et de Châlon-sur-Marne. »

M. *Dewulff* (Pierre-Adrien), chef de bataillon, chef du génie de Rouen :

« Dirige avec conscience et compétence l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs) de Rouen »

M. *Jouvenot* (Louis-Georges), capitaine, parc régional du génie de la 3e division :

« A organisé et dirigé avec compétence l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs-télégraphistes) de Rouen. »

M. *Laborderie* (Albert-Alfred), capitaine, 2e régiment à Metz :

« A participé avec zèle et compétence à l'instruction des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs) de l'école de perfectionnement de Metz. »

M. *Cassoly* (Jean-Pierre), chef de bataillon, commandant le centre de mobilisation du génie à Montpellier :

« A fait preuve de zèle et de compétence comme instructeur à l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs) de Montpellier, assure, en outre, la direction et l'instruction de l'école de perfectionnement des sous-officiers de réserve du génie de Montpellier. »

M. *Merlin* (Lucien-Léon), chef de bataillon, commandant le parc des transmissions du Maroc :

« Durant quatre années consécutives, a fait preuve d'un dévouement et d'une conscience professionnelle au-dessus de tout éloge. A su faire aboutir dans un délai très court, l'équipement des corps de troupe en matériel de transmissions et a conçu et réalisé, avec soin, des salles de transmissions de garnison. »

10 janvier 1932. — Mentions au *Bulletin officiel.*

M. *Vernaz* (Ernest-Marie), lieutenant-colonel, directeur du génie à Casablanca :

« Dirige depuis trois ans l'école de perfectionnement des officiers du génie (sapeurs-mineurs) de Casablanca, et fait preuve de remarquables qualités d'organisation. A obtenu d'excellents résultats.

M. *Lachaud* (Pierre-Edouard), capitaine, chefferie du génie à Tunis :

« A fait preuve de zèle et de compétence comme instructeur, depuis trois ans, à l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie (sapeurs-mineurs) de Tunisie. A obtenu d'excellents résultats. »

M. *Michaud* (Louis-Joseph), capitaine, parc régional du génie 14e région :

« Excellent instructeur de l'école de perfectionnement des officiers de réserve du génie de Lyon (sapeurs-télégraphistes). A fait preuve de zèle, en créant une école de perfectionnement de sous-officiers de réserve du génie (sapeurs-télégraphistes). »

M. *Costet* (Jean-Paul), lieutenant, instructeur à l'E. M. A. G., anciennement au 4e régiment :

« A fait preuve d'initiative et de compétence dans la préparation des prises de vues relatives à un film sur l'organisation du terrain. »

PARTIE PERMANENTE

17 décembre 1931. — 1er modificatif à la circulaire du 6 août 1925 (B. O. P. P. année 1926, p. 81), relative à l'admission au cours de radiotélégraphie à l'École supérieure d'électricité.

Arrêté du 27 janvier 1932, portant création d'une deuxième chefferie de travaux de fortifications dans la 20e région.

1er février 1932. — 5e modificatifs aux tableaux du 20 février 1931 (B. O. P. P. p. 451) déterminant l'organisation des directions du génie et la composition des chefferies du génie à la date du 1er avril 1931.

Circulaire du 29 janvier 1932, relative à l'instruction spéciale des pontonniers.

Loi du 16 février 1932, portant modification à la loi du 31 mars 1928 sur le recrutement de l'armée.

Circulaire du 16 février 1932, relative à l'admission à l'École supérieure d'électricité (section de radio-électricité).

Arrêté du 16 février 1932, portant fixation du taux des indemnités de fonctions allouées aux officiers techniciens de l'infanterie, de l'artillerie, du génie et de l'intendance.

TABLEAU DE CONCOURS POUR LA LÉGION D'HONNEUR EN 1932

ARMÉE ACTIVE

Pour le grade d'officier.

1. *Vaudiau* (P.), capitaine, 3 régiment. Versailles.
2. *Bruyère* (J. A. M.), chef de bataillon, 4e régiment.
3. Auroy (F.), chef de bat., chef du génie de Sarrebourg.
4. *Lefebvre* (Ch. B. J.), chef de bat., chef du D. M. G., Strasbourg.
5. *Piquemal* (P. A.), chef de bat., chef du génie de Dunkerque.
6. *Pouille* (E.), capitaine, chef du génie de Damas.
7. *Martin* (A. L.), chef de bat., 15e régiment.
8. *Desplanque* (H. A.), lieutenant-colonel, 8e régiment.
9. *Gaudel* (E. V. A.), chef de bataillon, 1er régiment.
10. *Lefrançois* (F.), lieutenant-colonel, directeur du génie à Metz.
11. *Aymard* (J. C.), lieutenant-colonel, chef d'E. M. du comm. supérieur du génie en Algérie.
12. *Renvoyer* (P. A.), chef de bat., C. M. G., nº 4.
13. *Merlin* (L. L. J. M.), chef de bat., comm. du parc des transm., Maroc.
14. *Lapize de Sallée* (M. E. P.), chef de bat., chef. de Vincennes.
15. *Uhlen* (J. L. F.), chef de bat., comm. du parc rég., 12e région.
16. *Bougier* (H. P.), lieutenant-colonel, 28e régiment.
17. *Rollin* (J. A.), lieutenant-colonel, chef du génie de Nancy.
18. *Lazard* (P. E.), lieutenant-colonel, prof. E. M. A. G.
19. *Deletoille* (P. G. R.), colonel, directeur du génie à Amiens.
20. *Huot* (V. C.), chef de bat., chef du génie à Chartres.
21. *Maurin* (P. M. J. A.), lieutenant-colonel, ministère de la Guerre, secret. général.
22. *Guillet* (P. E.), lieutenant-colonel, chef du génie à Nantes.
23. *Fontan* (A. L. P.), lieutenant-colonel, ministère de la Guerre 4e dir., 2e bureau.
24. *Calvel* (H. A.), lieutenant-colonel à l' E. T.. Versailles.
25. *Donet* (F. E.), capitaine, E. C. M. G. G.
26. *Collette* (M. A.), chef de bat., maison militaire du Président de la République.

2e section. E. M. P.

1. *Rigaud* (J. B.), chef de bat., direction du génie, Paris.

2. *Oudin* (E. V.); chef de bat., direction du génie, Châlons.
3. *Fouca d* (T. E.), chef de bat., I. P. F. G., Paris.
4. *Soulère* (P. J. B.), chef de bat., direction du génie, Briançon.
5. *Phillippe* (J. A.), lieutenant-colonel, ministère de la Guerre, 4e direction, 1er bureau.
6. *Receveur* (E. C.), chef de bat., cheff. de Versailles.

Pour le grade de chevalier.

1. *Razat* (A. R.), lieutenant, 34e bataillon.
2. *Maurisset* (L. V. H.), lieutenant, 33e bataillon.
3. *Cortès* (C. M.), lieutenant, directeur des transmis, du Levant.
4. *Le Lay* (F. L.), capitaine, 45e bataillon.
5. *Arnoux* (V.), lieutenant, 7e régiment.
6. *Genon* (G. G. C.), capitaine, cheff. de Bougie.
7. *Abdon* (M. F. L.), capitaine rés. stag. act., 28e régiment.
8. *Regnier* (V. A. M.), capitaine, 6e régiment.
9. *Notter* (E. E.), capitaine E. M. du comm. du génie, 14e région.
10. *Regnauld* (J. A. M. A.), lieutenant C. M. G., nº 11.
11. *Pottier* (O. E.); lieutenant, cheff. trav. fortific., Longuyon.
12. *Garrouste* (A.), lieutenant, 15e régiment.
13. *Saulnier* (M. A.), capitaine, cheff. Batna.
14. *Bourbon* (L. M. L.), capitaine, cheff. d'Alger.
15. *Hasse* (A.), capitaine, cheff. de Marseille.
16. *Vogien* (R. L.), capitaine, 15e régiment.
17. *Jouvenot* (L. G. J.), capitaine parc rég., 3e région.
18. *Driaux* (A. H. C.), capitaine, cheff. trav. fortific., Longuyon.
19. *Verzat* (M. F. R.), capitaine, cheff. de Fontainebleau.
20. *Polle* (Y. N. M. A.), capitaine, direction de Lille.
21. *Lapprand* (A. C. J.), capitaine, cheff. de Saint-Denis.
22. *Romieu* (L. P. J.), lieutenant E. C. J. S. G.
23. *Malhomme* (C. J. J.), capitaine, école supérieure de Guerre.
24. *Dubois* (L.), capitaine, cheff. camp de Châlons.
25. *Vergé* (A. J. M. A.), chef de bat. dispon., 3e régiment.
26. *Gillot* (L. P.), capitaine, cheff. de Valenciennes.
27. *Migeon* (H. A. J.), capitaine, 3e régiment, Versailles.
28. *Berton* (C. J.), lieutenant, cheff. de Tunis.
29. *Jeanjean* (G. H.), capitaine, cheff. de Sarreguemines.
30. *Navello* (C. L.), capitaine, cheff. d'Épinal.
31. *Martin* (G. G. A.); capitaine E. C. M. R., Paris.
32. *De Solère* (M. B. C.), capitaine, cheff. de Paris-Nord.
33. *Guépin* (E.), lieutenant,C. M. G., nº 9.
34. *Bertrand* (M. F. H.), capitaine, chemin de fer Thiès-Niger.
5. *Tisne-Larribet* (A. J.), capitaine, Dir. mat. génie.

36. *Du, l ssier* (A. C.), capitaine, cheff. de Paris-Sud.
37. *Petit* (G. T. E), capitaine, dir. mat. génie.
38. *Allard* (E. C.), capitaine, section technique du génie.
39. *Adeline* (H. M. C.), capitaine, École supérieure de Guerre.
40. *L gue* (H. G. M. A.), capitaine, comm. d'expériences du génie.
41. *Arnaud* (P. H. S.), capitaine, cheff. trav. fortif., Nice.
42. *Lebègue* (P M,), capitaine, cheff. trav. fortif , Thionville.

2e Section, E. M. P.

1. *Caumont* (P.), capitaine, cheff. de Bône.
2. *Rolland* (J. M. J.), lieutenant, parc génie, 2e région.
3. *Amat* (E. A.), lieutenant, section technique du génie.
4. *Prunier* (G. P. G.), capitaine, cheff. de Limoges.
5. *Picon* (E. V. C.), lieutenant, cheff. de Nice.
6. *Allibert* (M. B.), capitaine, cheff. d'Avignon.
7. *Valot* (P. M. J.), capitaine, cheff. de Boulogne-sur-Mer.
8. *Dutouquet* (J. E.), capitaine, cheff. de Dunkerque.
9. *Thouventin* (J. E.), capitaine, ministère de la Guerre, 4e Direction, S.-Généraux.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 1er au 29 février 1932

ARMÉE ACTIVE

COLONEL. — Radiation : M. *Reymond*, retraité.

LIEUTENANT-COLONEL. — Mutation : M. *Mouton*, comm. p. i. du 2e rég. (8 février).

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Bimler*, chef du service départemental de l'E. P. à Lons-le-Saunier. — *Lapize de Sallée*, cheff. de Paris-Nord. — *Louis*, service génie, Maroc (8 février). — *Fortin*, section technique du génie. — *Monteremard*, 7e rég. — *Beaugé*, direction des travaux de fortif. de Nice (22 février).

Radiation : M. *Blaquière*, décédé.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Sic*, 31e bat. (major). — *Claverie*, 31e bat., cesse les fonctions de major. — *Desnoyers*, parc du génie, 6e région. — *Buzon*, cheff. du camp de Châlons. — *Legrand* (A. J.), cheff. de Toulouse (8 février). — *Thiéry*

(E.), cheff., camp de Châlons, résid. Suippes. — *Pernot*, service du génie Levant. — *Le Lay*, C. M. G. nº 5 (22 février).

2e Sect. E. M. P. — M. *Dumeige*, direction génie, Rouen.

Radiations : MM. *Terrasse*, retraité. — *Barafort*, *Bourdier*, décédés.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM. *Chevassus*, mutation J. O. 24 janvier annulée. — *Texier* (E. J. F. G.), section technique du génie (8 février). — *Boucley*, cheff. des travaux de fortification de Saint-Avold. — *Legendre*, détach. d'exploitation de la ligne Metz à Château-Salins. — *Kasper*, cheff. trav. fortif. de Metz (22 février).

SOUS-LIEUTENANTS. — Nominations : M. *Chaussis*, admis dans l'armée active (rang du 30 janvier 1931) au 1er rég. à Strasbourg (30 janvier).

DISPONIBILITÉ

Radiation : M. *Cauquil-Gleizes*, capitaine, 7e rég.

RÉSERVE

COLONEL. — Radiation : MM. *Dorido*, nommé colonel honoraire. — *Marche*.

LIEUTENANTS-COLONELS. — Mutations : MM. *Cara*, E. M. P. G., 13e région. — *Maitre-Devallon*, C. M. G. nº 10 (2 février).

Radiations : MM. *Henriquet*, *Jubelin*, nommés lieutenants-colonels honoraires. — *Riocreux*, *Wilhelm*. — *Mazerolle* (L. J.), décédé.

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Martin* (E. J.), E. M. P. G., Maroc (1er février). — *Denis*, C. M. G. nº 6. — *Le Normand*, C. M. G. nº 15. — *Resseguier*, *Loth*, dir. du matériel de chemins de fer. — *Can* , C. M. G. nº 5. — *Desplan*, C. M. G. nº 28 (p. o.), dét. à la 17e comp. d'ouv. d'artillerie. — *Galatoire-Malégarie*, C. M. G. nº 6 (2 février).

Radiations : MM. *Boppe*, *Eychenne*, *Hayaux*, *Chaffange*, nommés chefs de bat. honoraires. — *Collin*, *Desbois*, *Bertaux*, *Delvigne*, *Delattre*.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Pillet*, stag. au 31e bat. autorisé à renouveler son stage (28 janvier). — *Picon*, *Grosjean*, dir. du matériel de chemins de fer. — *Girardin*, *Deymié*, *Ollivier*, C. M. G. nº 15. — *Bena*, *Magny*, E. M. P. G., 6e région. — *Bonin*, dir. du matériel du génie. — *Mechin*, C. M. G., nº 15. — *Leclerc du Sablon*, C. M. G., nº 9. — *Laurent*, C. M. G., nº 5 (1er février). — *Ray*, insp. générale des fabrications de

g. à la mobilisation. — *Garnier*, C. M. G., nº 4 (p. o.), détac. au 22e bat. ouvrier d'artillerie. — *Sénéchal*, C. M. G., nº 1 (p. o.), détach. 1re comp. ouv. d'artillerie. — *Trouillet*, C. M. G., nº 1 (p. o.), dét. au 8e bat. d'ouv. d'art. — *de France*, E. M. P. G., 6e rég (2 février). — *Chabrol*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 8e région. — *Veau*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 3e région. — *Comte*, h. c., affect. spéc., tabl. 1, région de Paris (15 février). — *Nivoit*, stag. à l'E. M. A. G. est autorisé à renouveler son stage d'un an (17 février).

Nominations. — M. *Ardoin*, dém., réintégré dans le génie, rés. au 51e bat., rang du 17 mai 1930 (30 janvier).

Radiations : MM. *Dumas*, *Louis*, *Roulot*, *Valentin*, nommés capit. honor.,. *Guimbert*, *Euler*, *Marcotte*. — *Rabdeau* (J.), décédé.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM. *Clerc*, *Tissier*, C. M. G., nº 5. — *Marcel*, *Ducos*, C. M. G., nº 7. — *Jacquiot*, C. M. G., nº 9. — *Pache*, C. M. G., nº 18. — *Chaussignand*, C. M. G., nº 3 (1er février). — *Cambray*, C. M. G., nº 3 (p. o.), dét. à la 2e comp. d'ouv. d'art.. — *Poncelet*, C. M. G., nº 18 (p. o.). — *Meder*, C. M. G., nº 5 (p. o.), dét. au 3e bat. d'ouv. d'art. — *Motte*, C. M. G., nº 58 (p. o.), *Cohen*, C. M. G., nº 4 (p. o.), dét. au 5e bat. d'ouv. d'art. — *Damman*, C. M. G., nº 5 (p. o.), dét. au 20e bat. d'ouv. d'artill. — *Gibault*, C. M. G., nº 3 (p. o.), dét. au 6e bat. d'ouv. d'artil. — *Maître-d'Hôtel*, C. M. G., nº 2 (p. o.), dét. au 7e bat. d'ouv. d'art. — *Toulouse*, C. M. G., nº 3 (p. o.), dét. au 10e bat. d'ouv. d'art. — *Smith*, C. M. G., nº 58 (p. o.), dét. à la 17e comp. d'ouv. d'art. — *Pezeu*, *Riebel*, C. M. G., nº 5 (p. o.), dét. au 14e bat. d'ouv. d'art. — *Lempereur*, C. M. G., nº 58 (p. o.), dét. au 5e bat. d'ouv. d'art. (2 février). — *Goussal*, stag. au 51e bat. autorisé à renouveler son stage (28 janvier). — *Beugras*, C. M. G., nº 15 (1er février). — *Granier*, h. c., affect. spéc. tabl. 1, région de Paris (15 février). — *Salaun*, *Laurent*, *Galet*, *Besand*, *Imbert*, stag. à l'E. M. A. G., sont autorisés à renouveler leur stage d'un an (17 février).

Nominations : MM. *Maret*, *Marquet* de l'infanterie au C. M. G. A. nº 4, à Bizerte (30 janvier). — *Lamy*, *Salles*, *Charcosset*, de l'infanterie et des chars sont admis dans le génie respectivement au C. M. G., nº 3; C. M. G., nº 9; C. M. G., nº 15 (17 février).

Radiations : MM. *Bouesnard*, *Foissez*, *Crunacker*, *Guillerme*, *Hurtaux*, *Serein*, *Mathis*, nommés lieutenants honoraires. — *Fouache*, *Bonneau*, *Monnier*, *Lessard*. — *Félix* (J.), décédé.

Sous-lieutenants, promus lieutenants (rang du 2 octobre 1931) : MM. *Huot*, C. M. G., n° 10, (rang du 5 octobre 1931) *Laurens-Berge*, C. M. G., n° 1, (rang du 27 octobre 1931) *Rabeau*, *Durrmeyer*, *Moinat*, *Delormel*, *Le Guellant*, *Roll*, *Rouleau*, *Recorbet*, *Savelli*, C. M. G., n° 10. — *Jalby*, *Biarnais*, *de Mareschal*. *Lancelot*, *Gaucher*, *Mallet*, C. M. G., n° 28. — Robert, C. M. G. A., n° 4. — *Caspar*, *Poitevin de Fontguyon*, *Guieysse*, *Desjeux*, 31e bat. — *Lemasson*, troupe du gr. de l'Indochine, (rang du 30 octobre 1931) *Etard*, 41e bat. (rang du 28 novembre 1931) *Dambax*, 41e bat. — *Charles*, 51e bat., (rang du 4 décembre 1931) *Brunet*, 31e bat., (rang du 5 décembre 1931) *Vidal*, du 31e bat., (rang du 11 décembre 1931) *Morize*, C. M. G., n° 10, (rang du 8 février 1932) *Autran*, stag. 31e bat. (27 janvier).

Mutations : MM. *Sirugue*, C. M. G., n° 1 (1er février). — *Serraz*, *Picquenard*, *Grimaud*, *Cambon*, *Bourges*, stag. à l'E. M. A. G. sont autorisés à renouveler leur stage d'un an (17 février).

Radiation : M. *Chaussis*.

Le Gérant : R. WALTHER

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT, NANCY-PARIS-STRASBOURG-1932

La *Revue du Génie Militaire* laisse aux Auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions

L'ŒUVRE ÉCONOMIQUE DES TROUPES DU GÉNIE EN 1931 (1)

Comme dans les précédentes années, les troupes du Génie ont participé en 1931 à des travaux permanents d'intérêt militaire, ainsi qu'à des travaux civils d'intérêt général.

L'ensemble de ces travaux est succinctement décrit dans les pages qui suivent, où ils sont classés d'après leur nature sous les cinq rubriques ci-après :

1° Travaux de routes et pistes;
2° Travaux de ponts et passerelles;
3° Travaux de chemins de fer;
4° Transmissions;
5° Travaux divers.

1° TRAVAUX DE ROUTES ET PISTES

1er régiment, 3e bataillon. — Entre le 18 mars et le 13 mai 1931, le régiment a procédé à la continuation des travaux de construction de routes au Valdahon.

Une compagnie composée de 2 officiers, 8 sous-officiers, 65 caporaux et sapeurs, relayée le 8 avril après une interruption de travail de cinq jours par une com-

(1) Voir, dans la *Revue du Génie* de février 1929, page 29, de mai 1930, page 463, et de juin 1931, page 705, le résumé des travaux exécutés par les troupes du génie en 1928, 1929 et 1930 respectivement.

pagnie composée de 4 officiers, 8 sous-officiers et 84 caporaux et sapeurs, a exécuté les travaux ci-après, avec l'aide d'une compagnie d'auxiliaires (tirailleurs algériens) :

680 m de route neuve avec hérisson complet (largeur 4 m);

700 m de réfection complète de routes en mauvais état;

560 m de grosses réparations avec rechargement total;

320 m de rechargement partiel.

En outre, on a amorcé environ 800 m de route par déboisement et dessouchage, avec achèvement de la forme sur 300 m.

La compagnie a, par ailleurs, effectué les terrassements nécessaires à l'établissement de 14 tranchées de tireurs, de 5 abris de marqueurs et de positions de batterie.

2e régiment. — Comme l'année précédente, un détachement a exécuté des travaux d'amélioration de routes dans la commune d'Onville, au cours d'une marche-manœuvre.

Entre le 31 août et le 5 septembre, ce détachement composé de 6 officiers, 20 sous-officiers et 300 caporaux et sapeurs a remis en état de viabilité 300 m de chemin vicinal situé en terrain très accidenté, et devenu impropre à la circulation, en raison des détériorations causées par le ruissellement des eaux de pluie.

4e régiment. — Sur la demande du maire de la commune de Revel (12 km est de Grenoble) un détachement a procédé à l'élargissement d'un tournant du chemin vicinal de Revel à Soubon en vue de permettre le passage de camions chargés de bois et descendant de la forêt.

Composé de 1 sous-lieutenant, 1 adjudant-chef, 2 sergents, 50 caporaux et sapeurs, ce détachement a,

du 29 mai au 2 juillet, exécuté 820 mc de déblais dans le roc et construit un mur de soutènement de 48 m de longueur et un mur de placage de 20 m de longueur.

6e régiment. — Les terrassements nécessaires pour l'aménagement de la nouvelle école de ponts sur la Maine devant recouvrir, sur 700 m environ un chemin, la ville d'Angers, qui a cédé gratuitement une partie du terrain, a demandé qu'en échange un nouveau chemin de 10 m de largeur soit construit pour remplacer l'ancien. La construction de cette route donne lieu à divers travaux (levers, roctage, emploi d'engins mécaniques), utiles pour l'instruction du régiment; elle a été commencée en juillet 1931.

32e bataillon (*Algérie*). — La deuxième compagnie a procédé, au début de l'année, à des réparations à la piste transsaharienne de Colomb-Béchar au Djebel-Arbat, et à la piste de Bou Denib. Un détachement de cette compagnie, composé de 1 officier, 2 sous-officiers et 15 sapeurs a dirigé l'exécution, par un bataillon mixte de 1.500 m de piste près de Megneimine et de 1.200 m de piste à Bou Tarit.

34e bataillon (*Tunisie*). — Le bataillon a continué les travaux de construction de la route d'El Alia à Metline, commencés l'année précédente.

2° PONTS ET PASSERELLES

1er régiment. — A Pompey, la solidité du barrage situé à l'est de l'usine s'est trouvée compromise du fait d'une péniche en dérive, venue s'échouer contre ce barrage.

Afin de permettre l'accès à ce dernier en vue des travaux de consolidation nécessaires, un détachement composé de 1 officier, 4 sous-officiers et 36 caporaux et sapeurs a construit un pont de pilots légers de 44 m de longueur.

Commencé le 7 février à 7 h 30, ce pont a été livré à la circulation le 10 à 11 h.

En juillet et août un détachement de 1 officier, 2 adjudants et 80 sapeurs a construit trois ponts de pilots du type nº 2 sur les bras morts du Rhin.

5e *régiment.* — L'exécution des travaux d'extension du port de Strasbourg, ayant exigé le repliement d'un pont Henry de 113 m, sur lequel la voie ferrée reliant la gare du Port aux quais du bassin Vauban franchissait le Petit Rhin, la direction du service des Travaux d'extension du port de Strasbourg demanda au ministre de faire procéder à ce repliement par le 5e régiment, qui avait lancé le pont considéré au cours de l'année 1923.

Un détachement composé d'un capitaine, 1 lieutenant, 2 adjudants-chefs, 7 sous-officiers, 84 caporaux et sapeurs fut chargé de ce travail.

Le pont à replier comprenait cinq travées de diverses longueurs, toutes voisines de 22 m; un des corps de support était constitué par une pile en charpente.

En raison de la forme courbe du tracé de la voie franchissant la brèche, on a été obligé d'interrompre les opérations de repliement chaque fois qu'une des travées était ramenée sur la rive, et de démonter cette travée avant de reprendre le repliement.

Au cours des travaux on a fait usage d'un procédé particulier pour arracher les pilots de la pile en charpente; une portière de deux bateaux d'équipage allemands fut munie d'une sonnette à tiraudes et d'un palan dont une extrémité était enroulée autour d'un treuil. La tête du pilot à arracher était solidement amarrée à l'autre extrémité du palan au moyen de chaînes; on agissait sur le treuil jusqu'à ce que l'eau affleurât à quelques centimètres au-dessous des plats-bords des bateaux; à ce moment on donnait quelques coups de

mouton sur la tête du pilot qui se trouvant ébranlé, remontait sous l'effort de traction du palan.

Parti de Versailles le 10 février, le détachement rentrait à Satory le 24 mars.

En avril, la rupture de la digue du canal de l'Ourcq occasionna aux environs de Blanc-Mesnil des inondations qui interrompirent la circulation sur les chemins de la région.

Sur réquisition du préfet de Seine-et-Oise, un détachement de 1 adjudant et 40 sapeurs fut mis à la disposition du maire de la localité.

Du 19 au 21 il construisit des passerelles légères, destinées à permettre la circulation entre le canal, la route de Deux Ponts et les principales agglomérations habitées.

Il fut ensuite mis à la disposition du maire de Drancy et assura, du 22 au 29, la construction de passerelles sur le territoire de cette commune, ainsi que le sauvetage du matériel et du mobilier des immeubles inondés.

6e régiment. — La construction d'un nouveau pont suspendu sur la route nationale nº 133 de Paris en Espagne, par Mont-de-Marsan et Biarritz, a été entreprise par le service des Ponts et Chaussées sans interrompre la circulation sur l'ancien pont traversant la Garonne au même point; on a pu ainsi exécuter les travaux de modification des culées et de construction de deux nouvelles piles.

Mais la construction des pylônes et celle du tablier du nouveau pont nécessitaient la démolition de la superstructure de l'ancien et l'interruption de la circulation jusqu'à l'achèvement des travaux; soit pour une période de dix mois environ.

En conséquence, le service constructeur demanda au département de la Guerre la mise en service d'un pont militaire durant la période d'interruption précitée.

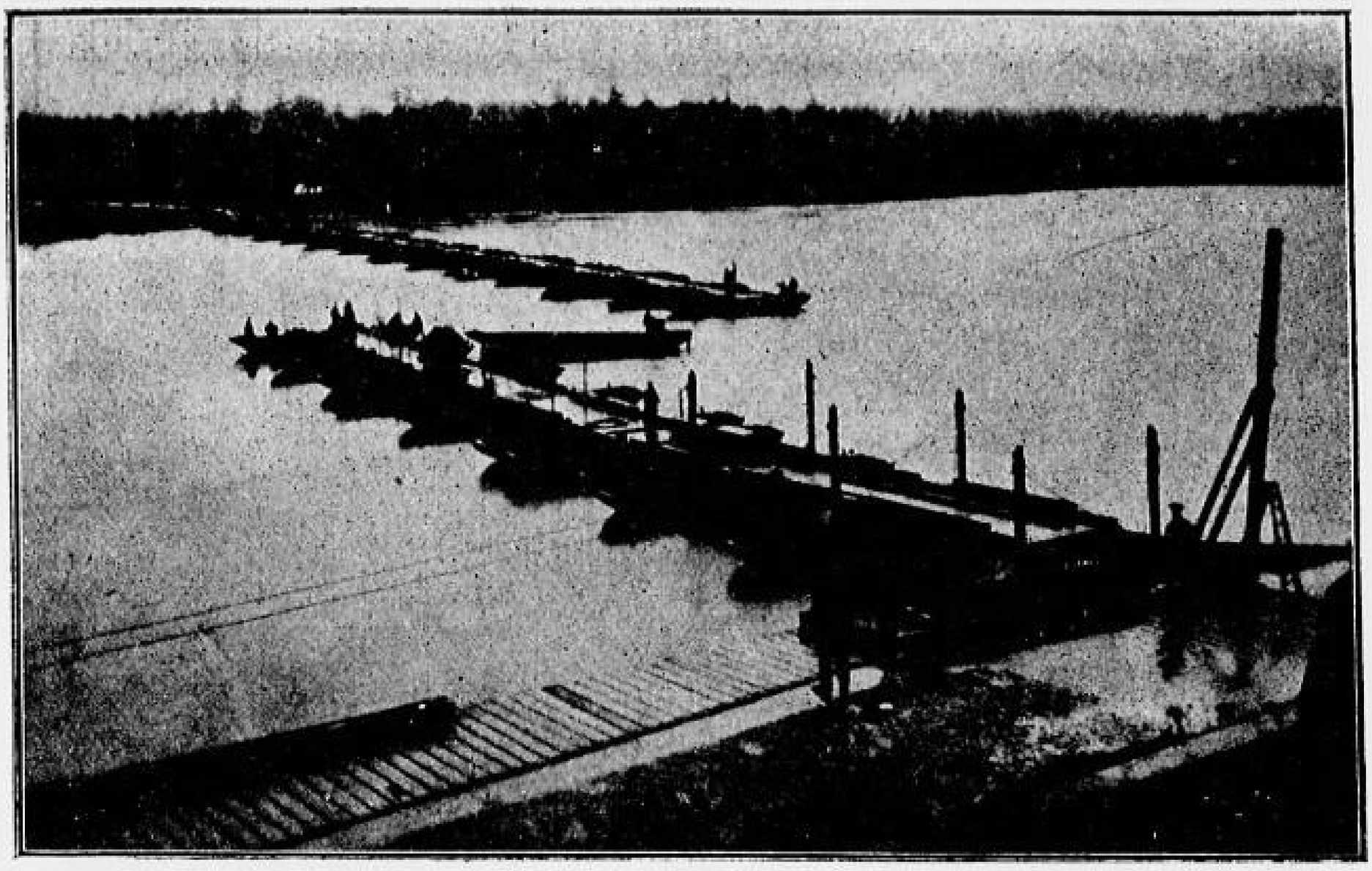
En raison de la nature du fond de la Garonne, qui rend difficile l'enfoncement des pilots au thalweg, ainsi

que de l'importance et de la soudaineté des crues, la construction d'un pont de pilots aurait présenté de nombreux inconvénients. On décida en conséquence d'établir un pont de bateaux, en employant à cet effet le matériel de pont d'équipage modèle 1915 qui se trouvait en quantité suffisante au Dépôt de Matériel du Génie d'Angers (2 équipages et demi).

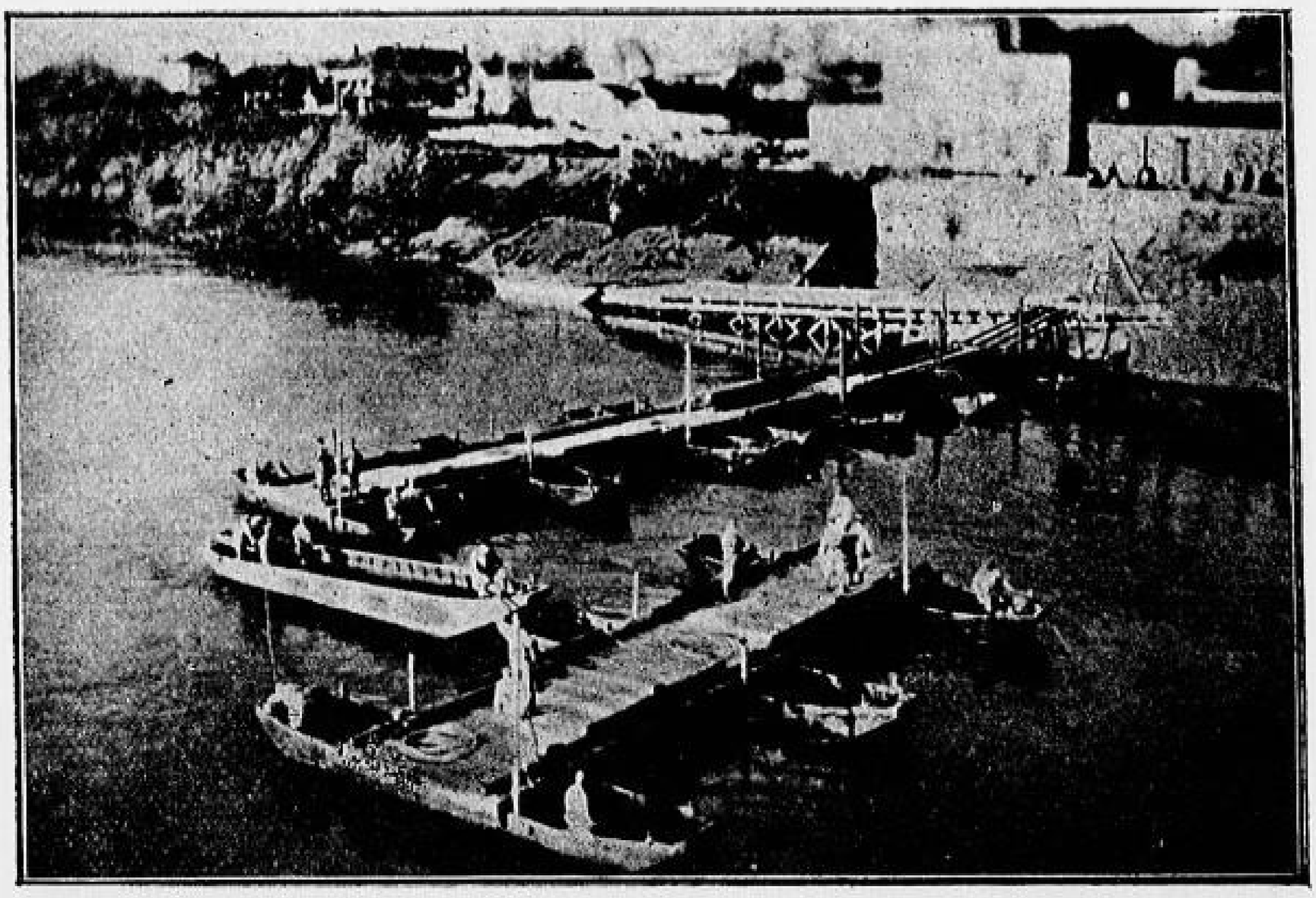
En raison des variations du niveau des eaux, on a adopté deux emplacements pour le pont, l'un se trouvant de 1 m 40 plus élevé que l'autre, les longueurs de pont correspondantes étant de 171 m 60 et 149 m 20 (voir photo 1). A l'emplacement le plus élevé (amont), le pont comporte 3 travées de palées avec chapeau mobile, une travée mixte, une travée de raccord d'un bateau, 8 portières normales, 1 portière spéciale de 4 bateaux avec chevalets dans 3 d'entre eux, supportant la rampe de raccordement avec la culée.

La construction en a été effectuée du 16 au 28 novembre 1931 (voir photo 2), par un détachement composé de 1 capitaine, 1 sous-lieutenant, 4 sous-officiers et 50 caporaux et sapeurs-pontonniers, en utilisant, outre le matériel d'équipage précité, complété par des cinquenelles de 18 mm remplaçant les cordages d'ancre, deux bateaux modèle 1907 avec propulseurs de 12 chevaux et deux bateaux modèle S. T. G. avec propulseurs de 35/40 chevaux; cette construction a été complétée par l'installation de l'éclairage électrique du pont.

Les variations du niveau des eaux obligent à de fréquentes manœuvres pour rétablir la continuité du tablier; en raison d'une forte crue (7 m 50), il fallut replier le pont dès le lendemain de sa construction et l'on ne put le reconstruire que quatre jours plus tard; d'ailleurs la circulation sur la route se trouve interrompue dès que les eaux atteignent 5 m 50, de sorte que la nécessité de replier le pont ne présente pas d'inconvénient au point de vue de son utilisation.



1. Pont de Marmande. Déplacement du pont de l'emplacement supérieur vers l'emplacement aval.



2. Pont de Marmande. Abordage d'une portière.

3. Colomb-Béchar. Pavillon à deux logements pour sous-officiers.

4. Colomb-Béchar. Pavillon à deux logements pour officiers subalternes.

32e bataillon (*Algérie*). — D'importants travaux de construction de ponts et passerelles ont été effectués par le bataillon pour remplacer les ouvrages d'art emportés par les inondations à la fin de 1930; ces travaux sont décrits en détails dans l'article du capitaine Guittonneau, « Les inondations en Algérie », paru dans la livraison de juillet 1931 de la *Revue du Génie.*

3° TRAVAUX DE CHEMINS DE FER

5e régiment. — Des travaux de substitution de voie, très instructifs pour les sapeurs de chemins de fer, en raison de leur analogie avec les travaux de pose de voie en campagne, ont été exécutés du 28 avril au 3 juillet sur le réseau du Nord et du 12 juin au 27 septembre sur le réseau d'Alsace et Lorraine.

Sur le réseau du Nord, un détachement de 1 capitaine, 2 lieutenants, 2 adjudants-chefs, 6 sergents, 150 caporaux et sapeurs (ramenés bientôt à 110) a procédé au remplacement de voie de 30 kg par :

1° de la voie standard de 46 kg en rails de 24 m, sur le raccordement de Bailly, reliant la ligne de Creil à Erquelines à celle d'Ormoy à Amiens (1 km 336 de voie double), et sur la ligne d'Ormoy Rivecourt entre les bifurcations d'Ageux et de Rivecourt (720 m de voie double et 730 m de voie simple);

2° par de la voie de 45 kg en rails recoupés à 17 m 30 sur le raccordement de la gare de Longueil avec la bifurcation d'Ageux (1.327 m de voie simple).

Sur le réseau d'Alsace et Lorraine un détachement formé de 1 capitaine, 1 lieutenant, 1 sous-lieutenant, 1 adjudant-chef, 1 adjudant, 9 sous-officiers, 193 caporaux et sapeurs a procédé au remplacement de voie de 36 kg par :

1° de la voie standard de 46 kg, sur la ligne de Metz à

Amanvillers entre les points kilométriques 7.000 et 13.305 (6 km 305 de voie simple).

2° de la voie de 45 kg de réemploi sur la ligne de Haguenau à Hargarten entre les points kilométriques 53.209 et 57.430 (4 km 140 de voie simple).

A Neuvy-Pailloux, un détachement composé de 1 lieutenant, 1 sous-lieutenant, 1 adjudant-chef, 1 adjudant, 5 sous-officiers et 120 caporaux et sapeurs a procédé, entre le 5 août et le 28 septembre, au remplacement de traverses en bois par des traverses Vagneux en acier et béton, sur une longueur de 8.500 m de voies desservant le grand hangar au matériel.

Du 5 août au 7 novembre, un détachement composé de 1 capitaine, 1 lieutenant, 1 sous-lieutenant, 1 adjudant-chef, 1 adjudant, 6 sous-officiers, 148 caporaux et sapeurs a exécuté des travaux de modification et de construction de voies ferrées à l'Entrepôt de réserve générale des munitions de Chemilly.

Ces travaux comportaient la pose de 4 km de voie neuve, la reposé de 3 km de voie déposée par des entrepreneurs civils, préalablement aux travaux de terrassement nécessités par l'établissement de nouvelles plateformes, ainsi que la mise en place de 13 appareils de voie.

A Suresnes, le tracé de la voie militaire raccordant l'Arsenal de Puteaux à la Gare du Val d'Or a été modifié sur 650 m de longueur par un détachement composé de 1 officier, 1 adjudant, 3 sous-officiers, 60 caporaux et sapeurs entre le 20 mars et le 17 avril.

Enfin un détachement composé de 1 adjudant, 1 sergent et 32 caporaux et sapeurs a procédé entre le 10 août et le 16 septembre, aux travaux de remise en état de la voie de raccordement du parc d'artillerie régional de Vincennes à la gare de Joïnville-le-Pont.

Ces travaux comportaient notamment la réfection

complète de 30 m de voie et le remplacement de 1.660 traverses.

45e bataillon (*Algérie*). — La ligne du sud Blida — Djelfa ayant été interrompue par une crue, à la fin de l'année 1930, le réseau P.-L.-M. a fait appel au concours de la 51e compagnie du 45e bataillon pour construire d'urgence une déviation ayant pour but de reporter l'origine de cette ligne de Blida à la Chiffa, sur la grande ligne Alger—Oran; il a été ainsi posé 3.200 m de voie courante plus 500 m de voie de gare de 1 m 05 et 200 m de voie de gare de 1 m 45, du 1er au 21 janvier, par un détachement comportant 2 officiers, 5 sous-officiers et 99 caporaux et sapeurs.

Un détachement d'un effectif à peu près équivalent a ensuite procédé au renforcement de la voie normale entre Blida et la Chiffa par augmentation du nombre des traverses et remplacement des traverses en mauvais état, en même temps qu'étaient rectifiés le profil en long de la voie et le tracé des courbes et des alignements droits.

Enfin, en raison des difficultés d'exploitation qui résultaient du déplacement de la tête de ligne du chemin de fer Blida—Djelfa à la Chiffa, l'on a décidé de ramener cette tête de ligne à Blida en posant un troisième rail à l'écartement de 1 m 05 sur la section remise en état de Chiffa—Blida; ce travail a été exécuté par la 51e compagnie du 23 au 27 mars.

4° TRANSMISSIONS

3e régiment. — Détachement d'électro-mécaniciens de Versailles.

Le détachement a prêté son concours à l'exécution des travaux d'équipement téléphonique du camp de Mailly, au cours du premier trimestre 1931, en effectuant les terrassements nécessaires au moyen de 5 excava-

teurs Legrand-Normand, mis en action par un détachement de 20 sapeurs commandés par un officier.

Direction du Matériel de la télégraphie militaire. — La station radiotélégraphique militaire de la Tour Eiffel a assuré en 1931 des émissions d'intérêt général civil dont le détail est indiqué ci-après :

1° jusqu'au 1er avril, des émissions prévues pour le compte du service de la T. S. F. de l'administration des P. T. T.;

2° des signaux horaires internationaux, émis sur 2640 m de longueur d'onde chaque jour de 9 h 26 à 9 h 36 et de 22 h 26 à 22 h 36, pour le compte de l'observatoire de Paris;

3° des bulletins météorologiques, pour le compte du ministère de l'Air, par radiotélégraphie, radiotéléphonie et par émission de cartes météorologiques par appareil Bélinographe;

4° des communiqués sismologiques d'après les renseignements reçus de l'Institut physique du Globe à Strasbourg;

5° des émissions scientifiques, pour le compte du Laboratoire National de Radioélectricité;

6° des émissions de cours commerciaux et annonce de l'heure.

18e régiment. — Au cours du premier trimestre de l'année, un détachement de 50 sapeurs commandé par un lieutenant a exécuté une première tranche des travaux d'équipement téléphonique du camp de Mailly, avec le concours d'un détachement d'électro-mécaniciens, comme il vient d'être mentionné ci-dessus.

Ces travaux ont été décrits en détail dans un article du lieutenant Bellat commandant le détachement, paru dans la livraison de la *Revue du Génie* d'octobre 1931.

TRAVAUX DIVERS

1er régiment (*Strasbourg*). — Une péniche venue s'échouer devant le barrage situé à l'est de l'usine de Pompey, menaçait d'endommager ce barrage. Sur demande de l'ingénieur en chef de la navigation, un détachement composé de 1 officier, 4 sous-officiers et 4 sapeurs fut envoyé sur les lieux le 17 février et procéda à la destruction au moyen de charges allongées et concentrées de dynamite-gomme A de 30 et 40 kg.

1er régiment, 3e bataillon (*Besançon*). — A Mulhouse, dans le canal du Rhône au Rhin, un bloc de maçonnerie de 3 m 30 × 2 m 50, se trouvant sous 2 m 20 de hauteur d'eau et gênant la navigation, a été dérasé sur une hauteur de 0 m 40, les 11 et 12 décembre, par un détachement composé d'un officier et 7 caporaux-sapeurs.

2e régiment. — A Courcelles-sur-Nied, deux cheminées d'une tuilerie abandonnée depuis 1918 menaçaient ruine et constituaient un danger public; leur destruction fut prescrite par arrêté préfectoral.

Ce travail fut exécuté le 14 octobre par le détachement cycliste au moyen de charges superficielles ou très peu encastrées, l'état des cheminées ne permettant pas d'y pratiquer sans danger des forages.

3e régiment. — Le régiment a procédé, sur la demande du service des Régions libérées, à la destruction d'abris bétonnés et d'ouvrages divers dans le département du Pas-de-Calais.

Ces opérations sont résumées ci-après :

Dans la région de Laventie, un détachement formé de 4 officiers, 20 sous-officiers et 175 caporaux et sapeurs a détruit, du 25 au 30 mars, 12 abris bétonnés.

Dans la région de Donvries, un détachement composé de 5 officiers (dont 2 de réserve) 7 sous-officiers et 70

caporaux et sapeurs a détruit 14 abris en béton armé, du 9 au 20 juin;

Dans la région de Sailly-en-Ostrevent, un détachement composé de 3 officiers, 8 sous-officiers et 90 caporaux et sapeurs a détruit 3 barrages établis par les Allemands pour inonder la région ouest de Sailly, ainsi que 120 pilots provenant des ponts et ponceaux également établis par les Allemands.

Dans la région de Baumetz-les-Loges, un détachement composé de 1 officier, 1 sous-officier et 6 sapeurs a détruit un abri bétonné les 3 et 4 novembre;

A Sainte-Catherine-les-Arras, un four à chaux a été détruit du 7 au 15 décembre, par un détachement à l'effectif de 1 officier, 1 sous-officier et 10 sapeurs.

Au cours des inondations qui se sont produites dans les derniers jours d'août au nord-est de Béthune, un détachement composé de 2 officiers, 4 sous-officiers, 111 caporaux et sapeurs, a exécuté divers travaux de protection. Ces travaux ont consisté à élargir divers courants et à détruire divers ponceaux trop étroits, afin d'accélérer l'évacuation des eaux.

5e régiment. — Au cours des inondations de janvier 1931, une digue sur la rive droite de la Bièvre à Jouy-en-Josas a été réparée sur 35 m de longueur et une hauteur de 1 m 20 environ, par un détachement de 1 adjudant, 2 sergents, 20 caporaux et sapeurs...

6e régiment. — Le 19 mai, le régiment recevait l'ordre d'envoyer d'urgence un détachement à Cinq-Mars-la-Pile, où un éboulement venait de se produire, ensevelissant plusieurs personnes.

Une falaise taillée à pic sur une dizaine de mètres de hauteur et dans la paroi de laquelle étaient creusées des habitations-cavernes, s'était éboulée sur une trentaine de mètres de longueur et une largeur correspondant à la profondeur des caves, soit cinq à six mètres.

Composé de 1 sous-lieutenant, 2 sous-officiers et

35 caporaux et sapeurs, le détachement arriva sur les lieux le 20 mai à 3 h. 30 et entreprit aussitôt les travaux de déblaiement qui permirent de dégager en premier lieu le corps du général américain Dunlap à 12 h, ensuite Mme Briant, seule restée vivante, à 12 h 15 et enfin le corps de M. Briant, pris sous un bloc, ne put être dégagé qu'à 15 h 30.

Dans la journée du 24 juin, un violent orage s'abattait sur la commune de Fontevrault, inondant la partie basse du village; l'eau atteignait 4 m de hauteur, provoquant l'éboulement de plusieurs maisons et compromettant la stabilité de quelques autres habitations.

Un détachement composé de 1 officier, 2 sous-officiers, 32 caporaux et sapeurs arrivait à Fontevrault le 25 à 16 h et exécuta les travaux ci-après :

1° étaiement de 7 maisons;

2° démolition de 4 maisons fortement endommagées;

3° dégagement des rues encombrées de matériaux;

4° sauvetage des objets et du mobilier restés dans les décombres.

Ce travail était terminé le 27 à 12 heures.

7e régiment. — L'Aygues, petit affluent du Rhône aux environs d'Orange, avait rompu une digue sur le territoire du village de Sérignan (7 km N.-E. d'Orange) et menaçait d'inonder les territoires des communes de Mornas et de Piolenc.

Un détachement composé de 1 adjudant, 1 sergent et 15 sapeurs fut mis à la disposition de la commune à partir du 12 novembre.

Il s'agissait de rétablir la continuité de la digue formée d'un massif en terre de 1 m 50 de relief, incliné à 3/2 et revêtu par un placage en béton, sur 85 m de longueur.

A cet effet, on battit deux rangées de poteaux télégraphiques entre lesquels furent glissées des traverses de chemin de fer formant batardeau, derrière lequel fut

rétabli le remblai. Pour le battage de la première rangée de pilots la sonnette était installée sur une plateforme appuyée d'un côté sur un bateau d'équipage et de l'autre côté sur un chantier construit sur la terre ferme; le dispositif était déplacé en hâlant sur les cordages d'ancre, tandis que l'on faisait rouler le chantier sur des bouts de pilots placés entre deux madriers de 22/8.

Les travaux furent terminés le 3 décembre.

32e bataillon (*Algérie*). — Ainsi qu'il a été mentionné plus haut dans le paragraphe concernant la construction de ponts et de passerelles, le bataillon a prêté son concours pour les divers travaux dont l'exécution a été nécessitée par les inondations de l'hiver 1930-1931; en particulier il a procédé au sauvetage des habitants de deux fermes encerclées par les eaux à Chebli, puis de ceux de deux maisons entourées d'eau à Boufarik.

En outre il a participé au sauvetage des habitants d'une maison détruite par un glissement de terrain à Alger, puis au sauvetage et au ravitaillement des habitants d'un quartier inondé à Maison-Carrée.

La deuxième compagnie du bataillon, mise à la disposition de la chefferie du génie d'Aïn-Sefra, a construit à Colomb-Béchar :

1 atelier pour l'escadron du 1er régiment étranger de cavalerie;

1 pavillon à 2 logements pour sous-officiers (voir photo 3);

1 pavillon à 2 logements pour officiers subalternes (voir photo 4);

1 hangar pour l'escadron étranger A. M. C.;

1 pavillon pour officiers supérieurs.

34e bataillon (*Tunisie*). — Au cours des inondations de la vallée Medjerda le bataillon a procédé à diverses opérations de sauvetage dans la région de Chaouat Djedeida où 13 personnes ont été sauvées, à Sidi Messaoud, dans la région est de Carnières où 20 personnes

ont été ramenées et dans la région de Protville-sud, où les habitants bloqués par les eaux ont été évacués.

CONCLUSION

Le ralentissement de l'activité économique du pays n'a pas été sans répercussion sur les facilités offertes cette année aux chefs de corps pour faire exécuter par leurs troupes des travaux d'intérêt général, susceptibles de développer et de perfectionner leur instruction.

Leur activité dans ce sens a dû se porter principalement sur l'exécution de travaux militaires, abstraction faite toutefois des travaux de sauvetage et d'aide aux populations sinistrées, pour lesquels les occasions n'ont pas manqué aux troupes du génie de montrer leur dévouement et leur culte de l'effort désintéressé.

L. D.

LE GÉNIE

DANS LA BATAILLE SUR LES COURS D'EAU

(*Suite et fin*) [1].

Période d'arrêt.

Si, comme cela est à prévoir, l'ennemi se cramponne derrière les lignes d'eau pour gagner du temps, les tentatives de passage en cours de progression et pendant le combat risquent fort d'échouer y compris probablement la tentative inévitable qui sera faite au cours de la nuit ou à l'aube suivant la journée où l'on aura atteint la rivière en combattant. A ce moment l'ennemi se sera ressaisi, il faudra recourir au passage de vive force, si l'on a hâte de pousser de l'avant.

Une opération de cette nature exigera alors des préparatifs assez longs, pour réunir les *moyens de feu nécessaires à l'opération*. On disposera donc de *temps*, ordre de grandeur de *quelques jours à quelques semaines*, suivant les intentions et les possibilités du Commandement et aussi de la puissance de la défense moderne.

La tâche des commandants du Génie des grandes unités devient alors plus facile et désormais les préparatifs à faire se ramènent à une question d'organisation de chantiers. La seule difficulté peut résider dans le fait que le matériel mis à la disposition de chaque grande unité devant tenter le passage sera générale-

---

(1) Voir les livraisons de janvier-février et mars 1932.

ment moindre que celui qui serait nécessaire pour parer à *tous les aléas du combat*. C'est là que les commandants du Génie devront mettre en œuvre toutes leurs connaissances militaires d'une part, techniques d'autre part, *afin de créer des moyens* de mise en œuvre rapide, susceptibles de suppléer dans la mesure du possible à l'insuffisance ou à la carence du matériel de type réglementaire.

Notre Règlement sur la manœuvre et l'emploi du génie donne sur ce cas tous détails nécessaires pour faire une préparation soignée de l'opération technique. Il est inutile de reproduire ces prescriptions que tout le monde doit connaître.

Toutefois il est nécessaire d'insister sur quelques points que le Règlement laisse dans l'ombre (1).

Ils sont de première importance et méritent quelques réflexions.

1°. *Passage des chars légers de combat.*

De plus en plus on envisage l'emploi des chars de combat pour accompagner les attaques de l'infanterie. Il est donc probable que lors d'un passage de rivière débouchant à l'aube, on demandera aux sapeurs de faire passer les chars en même temps que l'infanterie.

En l'*état actuel* de la qualité et de la quantité du matériel dont nous disposons ce passage risque de constituer une opération toujours longue parce que les moyens en matériel d'équipage de ponts seront généralement insuffisants, quand on voudra tenter *un passage sur un grand front.*

Les seuls procédés possibles à l'heure actuelle sont les portières et les ponts. Examinons le rendement des deux procédés :

Portières. — En vue de conserver les effectifs qui doivent conquérir la base de départ, puis partir à l'as-

(1) Un règlement ne peut pas traiter tous les cas, ni même développer certaines questions pourtant importantes.

saut, il y a tout intérêt à ce qu'il s'écoule le minimum de temps entre le moment où débarquent les premières troupes et celui où elles partent à l'attaque. Un ordre de grandeur de ce temps nous est fourni par l'exemple du passage de la Marne par les Allemands en 1918 (1). Dans cette opération le passage commence à 3 h (heure allemande) et le départ de l'attaque a lieu à 4 h 50.

Donc délai de deux heures environ pour passer les troupes d'assaut et leur permettre de se trouver en ordre sur la base de départ prêtes à partir.

Pourra-t-on, si on doit passer des chars, se contenter d'un pareil délai?

Supposons qu'on recoure à des portières de 3 bateaux (force portante 1 char). Leur construction ne pourra pas être entreprise tant qu'une couverture d'infanterie ne sera pas passée, il faudra en outre transporter au bord de la rive le matériel de construction, puis construire la portière, peut-être même aussi des appontements d'embarquement et de débarquement (tout dépend de la nature des rives et de la profondeur d'eau). Ces opérations dureront au minimum une heure.

Il n'est pas excessif d'admettre qu'il faudra trente à quarante-cinq minutes aux chars après leur passage pour prendre les liaisons avec les troupes qu'ils appuient, aller reconnaître et occuper les emplacements d'où ils déboucheront.

Donc les deux heures sont déjà presque absorbées et se montrent insuffisantes. Si on ne veut pas allonger ce délai outre mesure, il faudrait donc, pour bien faire, que les chars puissent être tous passés simultanément, c'est-à-dire qu'il y ait autant de *portières de 3 bateaux* que de chars; cela conduirait à des quantités de matériel qu'on n'aura probablement jamais.

---

(1) Lors du passage de la Piave (250 m de largeur) au Montello, les Austro-Allemands prévoient le commencement du passage à 5 h 30, le départ de l'attaque à 7 h 30, soit deux heures d'intervalle.

Donc, la solution du passage par portières doit être considérée comme *un pis aller* et il faut trouver autre chose.

La solution sera facile et sera donnée par la construction immédiate d'*un pont d'équipage de 9 t par bateaux successifs et allèges, toutes les fois que la durée de construction de ce pont n'excédera pas une heure* (1).

Compte tenu de ce que le matériel de construction de culée pourra être entreposé à proximité immédiate de la rivière ainsi qu'une *partie* du matériel de travure, la construction du pont pourra commencer *immédiatement* dès le passage des premiers éléments.

Le pont pourra débiter une colonne de chars à la vitesse de 2 km à l'heure au minimum, c'est-à-dire si l'on admet 1 char tous les 20 m, à la vitesse de 100 chars à l'heure. Si donc sur un front de division on engage 2 compagnies mettant en ligne 32 chars, ceux-ci auront franchi la rivière une heure vingt minutes après le commencement de l'embarquement des premiers éléments d'infanterie. Ils pourront donc être en place deux heures après le commencement du passage et il y a encore une petite marge pour les imprévus (vitesse de passage 2 km alors qu'on pourra faire 3 ou 4 km).

On pourra objecter que le pont ainsi construit risque d'être détruit aussitôt découvert. Pour éviter ce fâcheux événement, il faudra ici et sans hésiter recourir à une vieille manœuvre de pontonniers, rendue désormais facile avec les bateaux propulseurs, c'est la manœuvre de repliement d'un pont *par conversion*. Aussitôt après le passage des chars, on pourra replier le pont par conversion du côté ennemi, parce que souvent la rive donnera

---

(1) On ne saurait en déduire la largeur de la rivière car la durée de construction d'un pont avec le matériel 1901, dépend surtout de la valeur technique des cadres et de la troupe. Alors que certaines unités construiront un pont de 100 m en une heure, d'autres mettront deux heures. De même d'ailleurs pour les portières. Donc cas d'espèce.

un angle mort protecteur pour le matériel et l'on pourra là si c'est nécessaire dissocier le pont par parties qu'on aménagera en portières pour assurer le passage discontinu en attendant que le pont puisse être reconstruit. On pourrait objecter qu'il vaudrait mieux alors recourir d'emblée à un pont par portières. Malheureusement il exigerait trop de temps dans une opération où la vitesse est au premier plan des préoccupations du Commandement.

Ceci prouve qu'on s'est peut-être un peu trop pressé, tant que les dotations organiques ne comprendront pas des matériels plus modernes que les équipages mod. 1901 et mod. 1915 et de mise en œuvre plus rapide qu'eux, de faire disparaître des règlements le pont par conversion, la dislocation d'un pont par parties et d'aller répétant que le pont par portières doit toujours être préféré au pont par bateaux successifs (1). Il y aurait d'ailleurs bien d'autres choses à dire sur ce sujet que l'on n'étudie peut-être pas assez, sur la base de l'expérience de la guerre (2) au cours de laquelle, *chose curieuse*, le pont

---

(1) La réduction et la simplification des programmes d'instruction sont une conséquence inévitable de la réduction du service militaire.

En ce qui concerne la supériorité du pontage par portières, les règlements sont beaucoup moins affirmatifs que ne l'indique l'auteur.

(*N. d. l. R.*)

(2) A remarquer en particulier que lorsqu'on aura des matériels ne permettant que la construction par portières, la durée de construction d'un pont ne pourra jamais descendre *au-dessous du temps de construction d'une portière*, augmenté de celui nécessaire à la mise en place successive de celles-ci, à l'assemblage de la dernière portière avec la culée d'arrivée et l'avant-dernière portière. Quand la longueur du pont entre les deux travées de culées ne sera pas un nombre exact de portières (cas général), on se heurtera à quelques difficultés de raccord et à quelques retards supplémentaires même avec des portières à coulisse.

En outre, quand un pont par portières recevra un coup au but, il faudra par suite de la dislocation ou de la rupture de portières qui en résultera, en remplacer la plupart du temps deux au moins, souvent trois, d'où pertes de temps considérables et nécessité de réserves de matériel constituées par des portières construites d'avance, c'est-à-dire *qu'il faudra plus de réserves qu'avec le pont par bateaux successifs*. Par contre le pont par portières donne de grandes facilités de construction et de dislocation des ponts. Mais il serait bon cependant de faire la

par bateaux successifs a été à la base de tous les passages de rivière.

Quand par contre, la durée de construction d'un pont dépassera par trop celui de construction d'une portière, il faudra alors recourir obligatoirement à l'allongement de l'intervalle de temps entre le commencement du passage et celui du départ de l'attaque. La solution technique portières ou pont, sera alors fonction des moyens en matériel dont on disposera et de l'allongement du temps de cet intervalle que le Commandement estimera pouvoir accorder.

De cette courte discussion, il résulte donc qu'on ne peut donner une solution type de ce problème; il nécessitera chaque fois beaucoup de réflexion, de préparation, d'étude, de la part des commandants du Génie des grandes unités et, à la base de tout, une connaissance très approfondie de la *technique d'emploi du matériel d'équipage*, technique qui ne s'acquiert pas seulement dans les écoles de ponts et aux manœuvres, mais aussi par la réflexion et l'étude critique des situations auxquelles nous aurons à faire face avec les nouveaux matériels de combat, en particulier avec les canons d'accompagnement d'infanterie, probablement sur chenilles, et les chars de combat (1).

2° *Débit des moyens de passage pour alimenter la bataille.*

Cette question se pose aussi en période de mouvement, mais avec une acuité moindre parce que les tonnages nécessaires à l'alimentation de la bataille au

---

balance entre les avantages et les inconvénients avant de se lancer dans la voie de matériels ne permettant pas la construction par bateaux successifs. Mieux vaut avoir deux cordes à son arc qu'une seule.

(1) Il est à remarquer que lors du passage de la Marne, qui a fait l'objet d'un exposé dans la *Revue du Génie*, les Allemands avaient envisagé comme cas normal le passage de l'artillerie d'accompagnement sur les ponts et non sur portières. On lira avec intérêt l'ouvrage *Der Letzte Angriff*. Reims, 1918, librairie Stalling — qui donne des renseignements très instructifs sur le passage de la Marne.

delà du cours d'eau, ne sont en rien comparables à ceux mis en œuvre contre un ennemi qui a pu y organiser une défense solide, pendant une période d'arrêt d'assez longue durée.

Le problème du débit ne s'en pose pas moins, mais sera généralement plus facile à résoudre.

Cette question de débit n'avait pas échappé aux Allemands et a été l'objet de tous leurs soins dans la préparation de la bataille du 15 juillet 1918.

Qu'on en juge par ces prévisions : 2 ponts de bateaux (1 léger, 1 lourd) par division et 1 pont de circonstance. Alors que l'attaque débouche de la base de départ à 4 h. 50, les ponts doivent être prêts à débiter aux heures suivantes :

Ponts légers	4 h 45
Ponts lourds	5 h 25
Ponts de circonstance	18 h 50

Ces prévisions furent loin de se réaliser. Le manque de surprise en fut une des causes.

A la suite de cette opération mal réussie, Français et Allemands, dans leurs règlements d'après-guerre, ont posé en règle que l'alimentation de la bataille doit se faire par moyens discontinus (bateaux ou portières) jusqu'à ce que les emplacements des ponts prévus soient hors de portée du tir systématique de l'artillerie de campagne ou au moins jusqu'à ce que les observatoires ayant des vues directes sur la rivière, aient été conquis.

Autant dire alors qu'on renonce purement et simplement à une progression profonde dès le premier jour. Ce n'est pas avec des portières qu'il sera possible de passer toute l'artillerie de campagne et les munitions qui seront nécessaires pour attaquer une solide position ennemie installée à 4 km en arrière.

En effet prenons comme base d'élément de transport

une portière de 3 bateaux, pouvant porter une pièce ou canon d'artillerie de campagne.

Une ligne de transport organisée *pour le rendement maximum*, c'est-à-dire avec 3 portières propulsées (1 au chargement, 1 au déchargement, 1 en voie de retour, ou en attente) débitera, en comptant pour 0 le temps propre de la traversés (propulseur) et ne tenant aucun compte de petits incidents inévitables, 1 voiture toutes les dix minutes (1). Pour ce résultat, il faudra 12 bateaux, 3 propulseurs et 2 appontements de 5 m 50 minimum chacun.

Si l'on veut échapper au danger d'une ligne de passage fixe aussi menacée qu'un pont, il faudra prévoir une deuxième série d'appontements (ligne de passage de rechange), soit encore 2 appontements de 5 m 50 minimum chacun.

C'est-à-dire que pour chaque ligne de transport par passage discontinu il faudra en fait 63 m de pont de 4 t au minimum.

En y ajoutant 30 % de matériel en réserve (2) au moins, pour les corps flottants, nous atteignons à 16 bateaux 4 propulseurs, c'est-à-dire au moins un équipage de pont de C. A.

L'emploi de 3 portières sur une ligne de passage serait impossible si le fleuve avait moins de 40 m car on ne pourrait pas avoir alors une portière au chargement et une au déchargement, ce qui avec les appontements donnerait un pont. Dans ce cas le rendement serait réduit par ligne de passage, à une voiture toutes

---

(1) Notre aide-mémoire de 1914 donne cinq à quinze minutes pour l'embarquement d'une pièce de campagne. Compte tenu des réactions du feu ennemi, le temps dix minutes paraît raisonnable.

On fait beaucoup mieux dans les écoles de pont au cours de manœuvres préparées et au cours d'inspection, mais il serait dangereux de prendre les résultats obtenus comme applicables à la guerre.

(2) Les Allemands prévoient dans leur Règlement 100 % de matériel de réserve dans les cas difficiles.

les vingt minutes au maximum, et le matériel employé à 5 bateaux (1 en réserve) et 4 appontements, en fait de quoi construire un pont à chaque ligne de passage.

En somme la discussion analytique du passage discontinu nous conduit à des absurdités pour les rivières de l'ordre de grandeur de 50 à 60 m de largeur, c'est-à-dire les cours d'eau les plus fréquemment rencontrés.

C'est là peut-être une des raisons pour lesquelles les Allemands sur la Marne (70 m) paraissent n'avoir envisagé le trafic par portières que comme un pis aller et en cas de carence des ponts dont la construction devait être achevée de très bonne heure.

De cette discussion il résulte déjà que dans les circonstances les plus favorables, une ligne de transport par *portières absorbant un équipage de pont*, débitera au plus 1 voiture en dix minutes, c'est-à-dire une *colonne de 6 voitures par heure*. Si on se contente d'une portière par ligne de passage, le débit tombe à 3 voitures au maximum par heure.

Ces débits doivent s'entendre pour le total des aller et retour et être considérés comme des maxima.

Un pont au contraire, en admettant une vitesse de circulation *moyenne* de 2 km par heure (réparation, tirs d'interdiction, remise en état), débitera pendant ce temps environ 100 voitures, soit 16 fois plus qu'une ligne de passage par portières.

C'est-à-dire que si on voulait *obtenir par passage discontinu, sur un front quelconque, un débit équivalent à celui des ponts que l'on y projette, il faudrait au minimum, autant de fois 16 équipages que de ponts prévus.*

Or, 16 équipages représentent sensiblement la dotation qu'on ne pourrait dépasser pour un front d'armée, si plusieurs armées devaient procéder simultanément au passage et cette dotation en passage discontinu donnerait le débit d'un seul pont.

Dès lors, si l'on admet qu'au cours de la première journée la progression ne dépassera guère 6 à 8 km, et exigera pour être réalisée le passage de l'artillerie d'accompagnement, de l'artillerie d'appui direct, de colonnes de ravitaillement (aller et retour plusieurs fois probablement), des trains de combat d'infanterie (aller et retour plusieurs fois), des chars de combat dans certains secteurs de D. I., des voitures de transmissions, des blessés, des prisonniers, etc..., etc..., des réserves de D. I. au moins, peut-être de quelques réserves de C. A., on est en droit d'être très sceptique sur la possibilité de se contenter du débit d'un seul pont pour assurer à la fois les allers et retours sur un front d'armées. Or, d'après les règlements, ce n'est que lorsque leurs emplacements seront à l'abri du tir systématique de l'artillerie de campagne, qu'on pourra construire les ponts. Il n'en sera ainsi que lorsque la progression aura atteint au moins 6 km, c'est-à-dire la nuit qui suivra la première journée probablement. Si donc on applique ces prescriptions, on renonce en fait à une progression profonde si l'ennemi manifeste quelque résistance et quelque réaction.

D'ailleurs n'est-ce pas plutôt l'efficacité du tir de l'artillerie sur les abords des ponts, qui rend leur utilisation difficile plutôt que son action sur les ponts eux-mêmes?

Le raisonnement et l'expérience paraissent d'accord à ce sujet. En effet, considérons un tir percutant de 75 à la distance de 5.000 m effectué sur un pont de 100 m de longueur par une batterie ayant l'heureuse fortune de le prendre d'enfilade et de placer le point moyen de son tir exactement sur le point centre du pont.

Cette batterie sera dans les conditions les plus favorables que puissent rêver des artilleurs.

Le rectangle de dispersion avec les obus explosifs

mod. 1900 et 1905 mesure 240 × 20 soit 4.800 m² (1) et dans ce rectangle le pont lui-même représente une surface de 600 m² environ, alors que les abords (accès et débouchés) offrent une surface dangereuse de 2.800 m². Il est vrai que le pont sera en plein dans la zone d'écart probable où la densité des coups est la plus forte, mais nous avons pris le cas idéal.

Une ligne de portières à débit maximum (3 portières propulsées et réserve) dans la même situation présentera 400 m² environ (bateaux propulseurs et réserve comprise), mais ses abords présenteront la même surface dangereuse que pour le pont.

L'expérience de la Marne le 15 juillet 1918, a montré que dans certains secteurs les difficultés de passage étaient aussi grandes sur les ponts qu'aux plages d'embarquement, parce que les accès en étaient de fréquentation difficile.

Mais par contre, pendant les heures d'accalmie, le pont débitait rapidement. C'est une justice à rendre aux pionniers allemands, que tant qu'ils ont eu du matériel en quantité suffisante pour réparer les ponts, ils ont fait tous leurs efforts pour le faire et ils ne se sont contentés de passage discontinu que quand ils n'ont pas pu faire autrement.

Que conclure? Qu'on le veuille ou non, l'alimentation en moyens de combat de la bataille moderne au delà d'un cours d'eau *bien défendu* exigera la mise en œuvre de ponts bien avant l'heure où ils seront à l'abri du tir systématique des éléments de l'artillerie de campagne ennemie, qui auront échappé à l'action de l'artillerie assaillante.

Pour que ces ponts puissent débiter au maximum, il faudra s'efforcer de réaliser les conditions suivantes :

---

(1) Avec les canons de 155 C, 155 L tirant respectivement à 8.000 et à 10.000 m, avec des obus explosifs allongés on a des rectangles de dispersion respectifs de 320 × 32 et 480 × 120.

1° les camoufler sous des nuages de fumées;

2° recourir le plus tôt possible et systématiquement au remplacement de bateaux par *des chevalets* (1) toutes les fois que ce sera possible, parce qu'ils sont moins sensibles au feu que les bateaux;

3° disposer de grosses réserves de matériel;

4° surtout posséder la supériorité du feu d'artillerie jusqu'au moment où la progression sera assez profonde pour donner aux ponts une sécurité relative. Supériorité du feu à terre et dans l'air et sans laquelle d'ailleurs le passage d'un cours d'eau est voué à un échec certain.

En tout état de cause, le devoir qui s'imposera aux commandants du génie des grandes unités, surtout D. I. et C. A., sera de prévoir du matériel en grande quantité et d'entreposer près de la rivière (emplacement des ponts) des corps de support fixes réglementaires, ou de fortune, avec lesquels ils entreprendront dès le commencement du passage des amorces de pont (sur les deux rives) en attendant qu'il leur soit possible de mettre en œuvre le matériel bateaux.

La construction de ces amorces n'attirera pas plus l'attention de l'ennemi que la mise en place des apponTements des lignes de passage par portières.

Elles auront l'avantage d'augmenter en fait les réserves de matériel en corps de supports flottants indispensables, eux, pour faire rapidement les réparations.

Ceci suppose évidemment que le cours d'eau se prêtera sur une partie de sa largeur au pontage de corps

---

(1) En ce qui nous concerne, nous estimons que la réalisation d'un chevalet utilisable dans les fonds de 4 m est très souhaitable. Nous ne méconnaissons pas les difficultés d'établir un pareil matériel, mais les besoins de la guerre moderne nous font un devoir d'essayer de le réaliser dut-on recourir à des métaux extra légers (duralumin, etc...). Il ne faut pas trop s'en tenir aux économies alors que tant d'armes ne trouvent rien d'assez beau ni d'assez cher pour leur matériel de combat. Il existe un pont argentin de ce type qui est tout particulièrement intéressant, tant par sa légèreté que par ses modes de lancement et les charges qu'il porte.

de supports fixes. Il en sera souvent ainsi et en tous cas cette considération sera de nature à réagir sur le choix des emplacements de ponts.

CONCLUSIONS

Le passage des cours d'eau est certainement le problème le plus difficile à résoudre par les sapeurs et leurs cadres à tous les échelons et celui qui exige de tous l'instruction technique la plus poussée. L'étude des exemples de guerre est passionnante et leur analyse permet d'affirmer qu'un passage de rivière et surtout d'un grand fleuve en présence d'un ennemi résolu à le défendre, *conduira à une catastrophe*, si d'une part *les troupes du Génie qui auront à l'assurer ne sont pas parfaitement instruites et d'autre part si elles ne disposent pas des quantités de matériel nécessaire.*

Méditons le luxe de moyens mis en œuvre dans tous les passages de la guerre par nos ennemis, le soin apporté par eux dans tous les détails de préparation. L'improvisation dans les opérations de cette espèce est extrêmement dangereuse et le système D ne supplée pas au manque de travail, d'étude, de réflexion, qui ne s'acquièrent en temps de paix que par des exercices fréquents sur la carte et le terrain en liaison avec les autres armes, par des applications aux grandes manœuvres et par le travail personnel de chacun. Travaillons donc pour être prêts à la guerre de demain.

Colonel BAILLS.

CONSTRUCTION D'ABAQUES

POUR LE CALCUL DES CHUTES DE TENSION

DANS LES LIGNES TRIPHASÉES

(*Suite* [1])

Abaque. — La discussion qui précède a montré que la chute de tension (simple), dans une ligne triphasée alimentant des appareils absorbant de l'énergie réactive, peut être calculée par la formule :

$$u - u' = \mathrm{I}\, l\, (\mathrm{R} \cos \varphi_1 + \mathrm{L}\, \omega \sin \varphi_1).$$

Cette formule, qui permet la construction d'un abaque simple, est rigoureuse si :

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{L}\, \varphi_1}{\mathrm{tg}\ \omega}$$

(φ_1 étant le déphasage des récepteurs). En dehors de ce cas, elle est approchée par défaut.

Mais, dans un réseau triphasé à 50 périodes secondes et dans lequel les récepteurs doivent être alimentés sous 110 volts, si l'on admet qu'une approximation de 1/20 de la chute de tension réelle est suffisante, la discusion effectuée a montré que cette formule approchée *donne toujours cette approximation* dans le cas d'*un réseau de force motrice offrant un Cos* φ_1 *normal* (de 0,8 à 0,9).

Seuls les cas extrêmes d'application de cette formule (Cos $\varphi_1 \leqslant 0{,}6$ ou Cos $\varphi_1 \geqslant$, 0,95 et en particulier le

---

(1) Voir la livraison de mars.

cas d'un réseau uniquement destiné à l'éclairage pour lequel Cos $\varphi_1 = 1$), conduisent à quelques limitations dans son emploi : Dans ces différents cas, la formule n'est applicable dans les limites d'approximation indiquées qu'autant que le produit Il est inférieur à une limite qui dépend elle même des valeurs de R et de Cos φ_1.

L'abaque représenté sur la planche IV a été établi en se basant sur toutes les considérations exposées plus haut. En outre on s'est efforcé de grouper sur une seule feuille tous les éléments nécessaires pour le calcul des sections des conducteurs lors de l'établissement d'un projet de réseau aérien de distribution électrique.

L'emploi de l'abaque est très simple, et permet de déterminer très rapidement les conducteurs à employer dans un cas déterminé.

1° EXEMPLE NUMÉRIQUE.

1° *Éclairage.* — Soit à calculer une ligne triphasée de 0 km 600 de longueur alimentant à son extrémité un groupe de lampes d'une puissance totale de 16.500 watts, sous une tension de 110 volts entre phase et neutre. sachant que la chute de tension disponible est de 7 volts.

L'intensité du courant absorbé par les lampes, supposées uniformément réparties sur les 3 phases est :

$$I = \frac{16500}{3 \times 110} = 50^A$$

Si l'on applique la formule approchée

$$u - u' = R\,I\,l$$

on voit de suite que

$$I\,l = 50 \times 0{,}6 = 30$$

et

$$R = \frac{7}{30} = 0{,}233\ \Omega.$$

Les renseignements figurant sur l'abaque montrent

que cette résistance correspond à un câble à 37 brins 16/10 (R = 0,23) et que la formule approchée est applicable avec l'approximation de $\frac{1}{20}$ tant que « Il » est inférieur à 31 :

Elle est donc applicable dans le cas présent.

Mais on peut remarquer que la valeur du produit Il trouvée ci-dessus (Il = 30) est supérieure à la limite 128 R = 29,44 mentionnée plus haut. Il est donc intéressant, à titre de renseignement, de calculer la chute de tension.

L'application de la formule approchée donne :

$$u - u' = \mathrm{R\ I}\ l = 0^{\mathrm{v}}\,23 \times 30 = 6^{\mathrm{v}}\,9.$$

D'autre part, la tension au départ est donnée rigoureusement par la formule :

$$u^2 = (u' + \mathrm{R\ I}\ l)^2 \overline{+ \mathrm{L}\ \omega\ \mathrm{I}\ l^2}$$

d'où

$$u^2 = (110 + 6{,}9)^2 + (0{,}3 \times 30)^2$$

ou

$$u^2 = \overline{116{,}9^2} + 9^2 = 13746{,}61$$

et

$$u = \sqrt{13746{,}61} = 117^{\mathrm{v}}\,25$$

La chute de tension réelle est donc

$$u - u' = 117^{\mathrm{v}}\,25 - 110 = 7^{\mathrm{v}}\,25\ (1).$$

L'erreur commise en appliquant la formule approchée est donc de 7,25 — 6,90 = 0$^{\mathrm{v}}$ 35.

---

(1) L'application de la formule approchée : $u - u' = \mathrm{R}\,Il + \frac{\overline{\mathrm{L}\,\omega\ Il^2}}{2\,u}$ mentionnée dans l'étude visée en tête du premier article, donne, en supposant que l'on s'est fixé u, c'est-à-dire la tension au départ :

$$u - u' = 6{,}9 + 0{,}34 = 7^{\mathrm{v}}\,24,$$

chiffre très voisin de celui que donne le calcul rigoureux présenté dans le texte (*N. d. l. R.*).

Il est aisé de vérifier les conclusions exposées ci-dessus, savoir que l'erreur commise est inférieure au $\frac{1}{20}$ de la chute de tension réelle $\left(\frac{7,25}{20} = 0,3625\right)$ et supérieure au $\frac{1}{20}$ de la chute ohmique $\left(\frac{6,9}{20} = 0,345\right)$.

2° *Force motrice.* — Soit à alimenter un groupe de moteurs triphasés d'une puissance totale de 15 CV, sous une tension de 110 volts entre phase et neutre, la ligne d'alimentation ayant une longueur de 0 km 600 et la chute de tension simple disponible étant de 7 volts.

En supposant que ces moteurs ont un cos φ_1 à pleine charge égal à 0,8 et un rendement de 0,836, l'intensité du courant est :

$$I = \frac{736 \times 15}{110 \times 3 \times 0,8 \times 0,835} = 50^{A}.$$

On retombe donc dans les conditions de l'exemple précédent et on trouve :

$$I\,l = 50 \times 0,6 = 30$$

d'où

$$R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1 = \frac{7}{30} = 0,233\ \Omega.$$

Pour déterminer le conducteur à employer, il suffit de prendre la longueur représentant à l'échelle de l'abaque « 0,233 Ω » et de porter cette longueur sur la droite correspondant à cos $\varphi_1 = 0,8$ et à partir de la demi-circonférence correspondant à $L\,\omega = 0,3$ (50 périodes seconde).

On trouve dans l'exemple présent, que l'extrémité de ce secteur tombe à gauche de la demi-circonférence correspondant au câble de 94 mm², c'est-à-dire à la plus forte section portée sur l'abaque.

Si donc on admet que l'on ne doit pas utiliser de câbles supérieurs à 94 mm², il est nécessaire d'envisager la

pose de 2 lignes en parallèle. Dans ce cas, l'intensité dans chaque câble est moitié moindre, il en résulte que :

$$\mathrm{I}\,l = \frac{30}{2} = 15$$

et que

$$\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1 = 0{,}233 \times 2 = 0{,}466\ \Omega.$$

En opérant comme il a été dit ci-dessus, on trouve cette fois que l'extrémité du vecteur tombe entre les demi-circonférences correspondant aux câbles 19 b. 20/10 (R = 0,30) et 19 b. 18/10 (R = 0,36). On adoptera donc le câble 19 b. 20/10, et la chute de tension, calculée pour la formule approchée et à l'aide de l'abaque, est :

$$u - u' = \mathrm{I}\,l\,(\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1) = 15 \times 0{,}42 = 6{,}3$$

volts avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$.

A titre de renseignement, la chute de tension exacte a été calculée ci-après par deux méthodes différentes.

a) *Calcul de la chute de tension exacte à l'aide du diagramme.*

Le diagramme des chutes de tension conduit aux formules rigoureuses ci-après :

$$u = \frac{u' + \mathrm{I}\,l\,(\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1)}{\cos\varphi_1}$$

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{\mathrm{I}\,l\,(\mathrm{L}\,\omega\cos\varphi_1 - \mathrm{R}\sin\varphi_1)}{u' + \mathrm{I}\,l\,(\mathrm{R}\cos\varphi_1 + \mathrm{L}\,\omega\sin\varphi_1)}$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\,\varphi}}$$

L'application de ces trois formules à l'exemple numérique ci-dessus donne :

$$u = \frac{110 + 6{,}3}{\cos\varphi} = \frac{116{,}3}{\cos\varphi}$$

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{15 \times 0{,}06}{110 + 6{,}3} = \frac{0{,}9}{116{,}3} = 0{,}007777$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1{,}00006049}} = 0{,}99996$$

d'où

$$u = \frac{116{,}3}{0{,}99996} = 116{,}305.$$

et

$$u - u' = 6{,}305.$$

On voit que cette méthode est d'application assez délicate à cause du grand nombre de décimales nécessaire dans les calculs.

b) *Calcul de la chute de tension exacte par la méthode de la séparation des puissances.*

Les données de l'exemple numérique ci-dessus conduisent aux résultats suivants :

Puissance active à l'extrémité de la ligne :

$$\frac{15 \times 736}{0{,}836} = 13.200 \text{ watts.}$$

Puissance réactive à l'extrémité de la ligne :

$$13.200 \times \text{tg } \varphi_1 = 13.200 \times 0{,}75 = 9.900 \text{ watts.}$$

Intensité dans chaque ligne : 25 ampères.

Puissance réelle perdue en ligne :

$$\overline{25}^2 \times 0{,}6 \times 0{,}3 \times 6 = 675 \text{ watts.}$$

Puissance réactive dissipée :

$$\overline{25}^2 \times 0{,}6 \times 0{,}3 \times 6 = 675 \text{ watts.}$$

Puissance réelle au départ :

$$13.200 + 675 = 13.875 \text{ watts.}$$

Puissance réactive au départ :

$$9.900 + 675 = 10.575 \text{ watts.}$$

La puissance apparente au départ serait donc :

$$\sqrt{(13.875)^2 + (10.575)^2} = 17.446 \text{ watts.}$$

L'intensité du courant étant de 25 ampères on a :

$$u = \frac{17.446}{25 \times 6} = 116{,}306$$

et

$$u - u' = 6^{v}\,306.$$

c) *Erreur commise.*

Les calculs effectués ci-dessus par des méthodes rigoureuses montrent que dans l'exemple numérique considéré l'erreur absolue commise sur la chute de tension est de l'ordre de $0^{v}\,006$, soit une erreur relative de $\frac{0{,}006}{6{,}306} < \frac{1}{1.000}$.

Cette erreur est absolument négligeable.

2e *Exemple numérique.* — On peut remarquer que, dans le cas où $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ (cas admis généralement pour l'établissement d'un avant-projet de réseau comportant de la force motrice), la formule considérée est rigoureuse lorsque $R = 0{,}4\ \Omega$.

On aurait donc pu être tenté d'admettre *a priori* que l'on sort des limites normales d'application de la formule lorsqu'on veut l'appliquer à des conducteurs de faibles sections, tels que le fil de 30/10 par exemple.

L'exemple ci-après montre qu'il n'en est rien lorsque l'on reste, bien entendu, dans les limites normales de chute de tension.

Une batteuse de couvertures, installée dans les services administratifs d'un camp d'instruction, à 200 m d'un poste de transformation, est actionnée par un moteur de 2,8 CV rendement 0,8, $\cos \varphi_1 = 0{,}8$. La chute de tension simple acceptable est de 5,5 volts, l'alimentation devant être faite sous 110 volts entre phase et neutre.

L'intensité absorbée par ce moteur est :

$$I = \frac{736 \times 2{,}8}{110 \times 3 \times 0{,}8 \times 0{,}8} = 9^{a}75.$$

On a donc :

$$I\,l = 9{,}75 \times 0{,}2 = 1{,}950.$$

Si l'on alimente ce moteur par une ligne à 3 fils 30/10 on trouve en utilisant l'abaque :

$$R \cos \varphi_1 + L \omega \sin \varphi_1 = 1{,}98$$

d'où

$$u - u' = 1{,}95 \times 1{,}98 = 3^{v}\,86$$

chute de tension parfaitement acceptable.

Il est donc intéressant, dans ce cas assez éloigné des conditions rigoureuses d'application de la formule, de calculer, à titre de vérification, la chute de tension exacte.

Si on emploie la méthode de la séparation des puissances, on trouve :

Puissance active à l'arrivée :

$$\frac{736 \times 2{,}8}{0{,}8} = 2.576 \text{ watts.}$$

Puissance réactive à l'arrivée :

$$2.576 \times \operatorname{tg} \varphi_1 = 2.576 \times 0{,}75 = 1.932 \text{ watts.}$$

Puissance active perdue en ligne :

$$\overline{9{,}75}^2 \times 0{,}2 \times 2{,}25 \times 3 = 128 \text{ watts.}$$

Puissance réactive dissipée :

$$\overline{9{,}75}^2 \times 0{,}2 \times 0{,}3 \times 3 = 17 \text{ watts.}$$

Puissance active au départ :

$$2.576 + 128 = 2.704 \text{ watts.}$$

Puissance réactive au départ :

$$1.932 + 17 = 1.949 \text{ watts.}$$

La puissance apparente au départ est donc :

$$\sqrt{\overline{2.704}^2 + \overline{1.949}^2} = 3.334 \text{ watts,}$$

d'où tension au départ :

$$u = \frac{3.334}{9{,}75 \times 3} = 113^{v}\,94.$$

La chute de tension réelle est donc de :

$$113{,}94 - 110 = 3^{v}\ 94.$$

On voit donc qu'en appliquant la formule approchée, l'erreur commise est :

$$3^{v}\ 94 - 3^{v}\ 86 = 0^{v}\ 08.$$

Cette erreur est inférieure au $\frac{1}{20}$ de la chute de tension réelle $\left(\frac{3.94}{20} = 0{,}197\right)$.

On arriverait évidemment à des résultats comparables en calculant la chute de tension exacte par les formules tirées du diagramme.

Conclusion. — De la discussion qui précède, il résulte que la formule :

$$u - u' = \mathrm{I\,l\,(R\cos\varphi_1 + L\,\omega\sin\varphi_1)}$$

compte tenu des limites d'application trouvées plus haut, est suffisamment approchée pour être utilisée normalement lors du calcul des projets de distribution électrique à basse tension dans les établissements militaires.

Il y a donc intérêt à en imposer l'emploi dans les programmes de concours, de façon à recevoir des projets comparables dans leurs calculs de chute de tension. Il faudra seulement, lors de l'examen des projets, vérifier si l'on n'a pas dépassé les limites normales d'application de ladite formule.

CHAPITRE II

DEUXIÈME MÉTHODE GRAPHIQUE DE CALCUL APPROCHÉ

La formule approchée ayant fait l'objet de la discussion qui précède permet encore la construction d'un

abaque différent du précédent, plus simple de réalisation et d'interprétation plus facile.

Cette formule :

$$u - u' = \mathrm{I}\, l\, (\mathrm{R} \cos \varphi_1 + \mathrm{L}\, \omega \sin \varphi_1)$$

peut s'écrire :

$$\frac{u - u'}{\mathrm{I}\, l} = \mathrm{R} \cos \varphi_1 + \mathrm{L}\, \omega \sin \varphi_1.$$

Or, pour un décalage des récepteurs déterminé, les valeurs de cos φ_1 et sin φ_1 sont des constantes. Il en est de même, d'après ce qu'on a dit ci-dessus, de la valeur de L ω pour un réseau donné.

Dans ces conditions, on constate tout de suite que cette formule est de la forme :

$$y = ax + b$$

Or on sait que la représentation graphique de cette fonction est une droite NM, faisant avec l'axe *ox* un angle α tel que tg $\alpha = a = \cos \varphi_1$ et coupant l'axe *oy* en un point N d'ordonnée,

$$o\mathrm{N} = b = \mathrm{L}\, \omega \sin \varphi_1.$$

Dès lors, l'abaque donnant les valeurs de R cos φ_1 + L ω sin φ_1 pour les valeurs les plus courantes du facteur de puissance sera constitué par une série de droites répondant aux conditions ci-dessus.

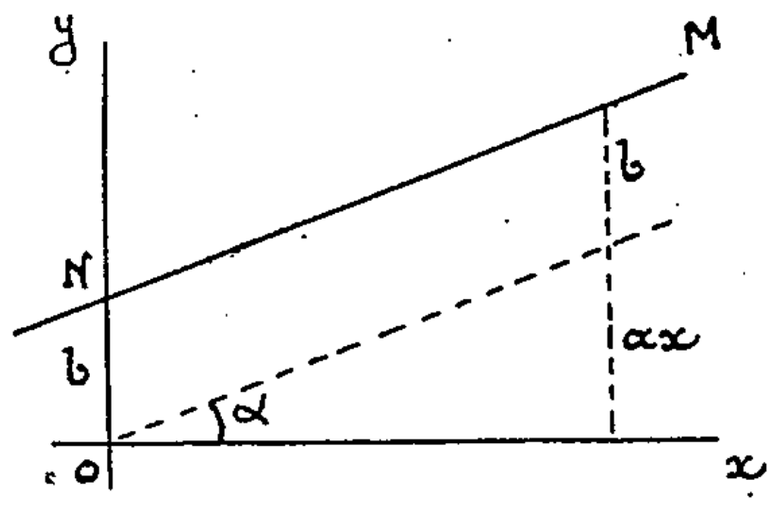


Fig. 6.

On peut remarquer tout de suite que seule la droite

correspondant à cos $\varphi_1 = o$ passe par le point o origine de l'abaque.

D'autre part, on constate que, au fur et à mesure que la valeur de $oN = L\omega \sin \varphi_1$ augmente, le coefficient angulaire α de la droite correspondante diminue. Il en résulte que les droites représentatives des valeurs de $R \cos \varphi_1 + L\omega \sin \varphi_1$ pour différentes valeurs de cos φ_1 se coupent.

Il s'ensuit que, toutes choses égales d'ailleurs, la chute de tension est la même dans deux lignes triphasées alimentant des récepteurs dont les décalages sont respectivement égaux à cos φ_1 et à cos φ'_1, lorsque ces deux lignes sont réalisées avec des conducteurs dont la résistance correspond à la valeur de l'abscisse du point d'intersection des droites correspondant à ces deux valeurs du facteur de puissance. La valeur de cette résistance est :

$$R = \frac{L\,\omega\,(\sin \varphi'_1 - \sin \varphi_1)}{\cos \varphi_1 - \cos \varphi'_1}.$$

Mais il serait très imprudent de tirer de cette constatation une conclusion trop hâtive : Il importe alors, en effet, de fixer la signification exacte de l'expression « Toutes choses égales d'ailleurs » employée ci-dessus.

Il ne peut s'agir en effet que de l'égalité du produit « Il » dans les deux cas envisagés (cos φ_1 et cos φ'_1). Or dans un réseau de lignes électriques alimentant des récepteurs absorbant de l'énergie réactive, ce qu'il importe de connaître c'est l'énergie active, réellement transportée et c'est sur cette donnée seulement que peuvent se faire des comparaisons. Et si cette énergie active à transporter est égale à E watts (compte tenu du rendement des récepteurs), on sait que l'intensité correspondante est $I = \frac{E}{3\,u' \cos \varphi_1}$, u' étant la tension simple d'alimentation.

Il en résulte que pour une quantité E d'énergie active

à transporter, l'intensité en ligne est inversement proportionnelle à la valeur de cos φ_1.

Par conséquent s'il est vrai que pour la valeur de R fixée ci-dessus les chutes de tension sont les mêmes, pour la même valeur de Il, que le facteur de puissance soit égal à cos φ_1 ou à cos φ_1', il n'en reste pas moins que pour le transport d'une même quantité d'énergie active E, les chutes de tension sont dans ce cas proportionnelles au rapport $\frac{I}{I'}$, c'est-à-dire au rapport $\frac{\cos \varphi'_1}{\cos \varphi_1}$: Elles sont donc pour cette valeur de R inversement proportionnelles au facteur de puissance.

L'exemple ci-après mettra ce point en évidence : Soient deux réseaux triphasés présentant l'un un facteur de puissance égal à l'unité, l'autre un facteur de puissance cos $\varphi_1 = 0{,}6$.

L'abaque (voir pl. V) montre que pour une même valeur du produit Il, la chute de tension est la même lorsqu'on utilise des câbles de 19 brins 14/10 (R = 0,61).

La formule ci-dessus conduit au même résultat :

$$R = \frac{0{,}3\ (0{,}8 - 0)}{1 - 0{,}6} = \frac{0{,}24}{0{,}4} = 0{,}6.$$

On supposera donc, dans cet exemple, avoir deux transports d'énergie à faire à l'aide de câbles de 19 b. 14/10.

1° Alimenter sous 110 volts un groupe de lampes également réparties sur les trois phases (cos $\varphi_1 = 1$) absorbant au total 16.500 watts, et situés à 200 m du poste de transformation.

Dans ce cas on a :

$$I = \frac{16.500}{3 \times 110} = 50 \text{ ampères}$$

d'où :

$$I\,l = 50 \times 0{,}2 = 10$$

et

$$u - u' = R\ I\ l = 0{,}61 \times 10 = 6^{v}\ 10.$$

2° Alimenter sous 110 volts (tension simple) un groupe de moteurs triphasés absorbant 16.500 watts compte tenu du rendement (c'est-à-dire la même énergie que ci-dessus, et ayant un facteur de puissance (à améliorer) égal à 0,6).

On a alors :

$$I = \frac{16.500}{3 \times 110 \times 0,6} = 83^{A},3$$

d'où

$$I\,l = 83,3 \times 0,2 = 16,66$$

et

$$u - u' = I\,l\,(R \cos \varphi_1 + L\,\omega \sin \varphi_1) = 16,66 \times 0,61 = 10^{v}\,16.$$

On voit que cette valeur est bien égale à :

$$6^{v}\,1 \times \frac{1}{0,6} = 10^{v}\,16.$$

Par ailleurs, l'examen de ce nouvel abaque montre que, à valeurs égales du produit Il, la chute de tension obtenue avec un conducteur de résistance ohmique kilométrique R passe par un maximum pour une certaine valeur du déphasage des récepteurs, qui varie elle-même suivant les valeurs de R.

Cette question sera reprise plus en détail au chapitre III au cours duquel on verra qu'il est facile de calculer la valeur de cos φ_1 donnant la valeur maximum de l'expression R cos φ_1 + L ω sin φ_1 suivant la valeur de R.

L'abaque susvisé met d'autre part très nettement en évidence l'influence néfaste, au point de vue de la chute de tension, du transport de l'énergie réactive. Cette influence est relativement d'autant plus néfaste que l'on emploie des conducteurs de plus forte section, c'est-à-dire des conducteurs pour lesquels la résistance ohmique devient négligeable devant la réactance.

A ce sujet il n'est pas sans intérêt de faire remarquer

que la chute réactive devient égale à la chute ohmique de tension lorsque l'on peut écrire :

$$R \cos \varphi_1 = L \omega \sin \varphi_1$$

c'est-à-dire

$$R = L \omega \operatorname{tg} \varphi_1$$

Pour la valeur $\cos \varphi_1 = 0{,}8$, on trouve $R = 0{,}23$.

On voit donc que la valeur $R = 0{,}19$ prise comme valeur limite de la résistance des conducteurs à utiliser dans la construction de lignes aériennes, pour des considérations mécaniques de pose des lignes, correspond également sensiblement à la section maximum admissible du fait de l'importance prise par la chute réactive de tension par rapport à la chute ohmique.

Usage de l'abaque. — L'abaque, établie d'après la formule discutée au chapitre I, a évidemment les mêmes limites d'application que celle-ci. C'est-à-dire qu'il est applicable à la grande majorité des cas.

Il permet de résoudre les mêmes problèmes que l'abaque ayant fait l'objet du chapitre précédent.

On peut objecter que l'abaque, établi pour différentes valeurs de $\cos \varphi_1$ est assez confus et difficile à lire pour les valeurs de R comprises entre 0,23 et 0,81. Mais dans la pratique un tel abaque n'a besoin d'être établi que pour 2 ou 3 valeurs de $\cos \varphi_1$ au maximum : Il est alors parfaitement clair et d'usage très facile et très rapide.

CHAPITRE III

CALCUL RIGOUREUX

Quoique la discussion faite plus haut ait montré que l'on peut, dans la très grande majorité des cas, se contenter d'employer pour le calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées les méthodes graphiques de calcul approché exposées ci-dessus, il peut être intéres-

sant de pouvoir disposer d'une méthode graphique permettant de déterminer rapidement et facilement, les chutes de tension exactes.

Le calcul exact devient en effet nécessaire lorsqu'on arrive aux cas limites envisagés au chapitre I. Il est indispensable en particulier, dans le cas d'un réseau d'éclairage assez étendu et dans lequel la chute de tension disponible est assez élevée.

Or la discussion susvisée a fait ressortir (formule 4) une notion qui est assez féconde en résultats pour la détermination d'une méthode graphique : C'est la notion de l'angle φ_2, tel que $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L\,\omega}{R}$.

Pour un réseau déterminé, dans lequel la valeur de $L\,\omega$ peut être considérée comme constante, il devient ainsi possible de représenter les différents conducteurs par un faisceau de demi-droites convergentes déterminées par la relation ci-dessus.

Soient en effet deux axes de coordonnées rectangulaires OX et OY, et une demi-droite OZ faisant avec l'axe OX l'angle φ_2 tel que $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L\,\omega}{R}$.

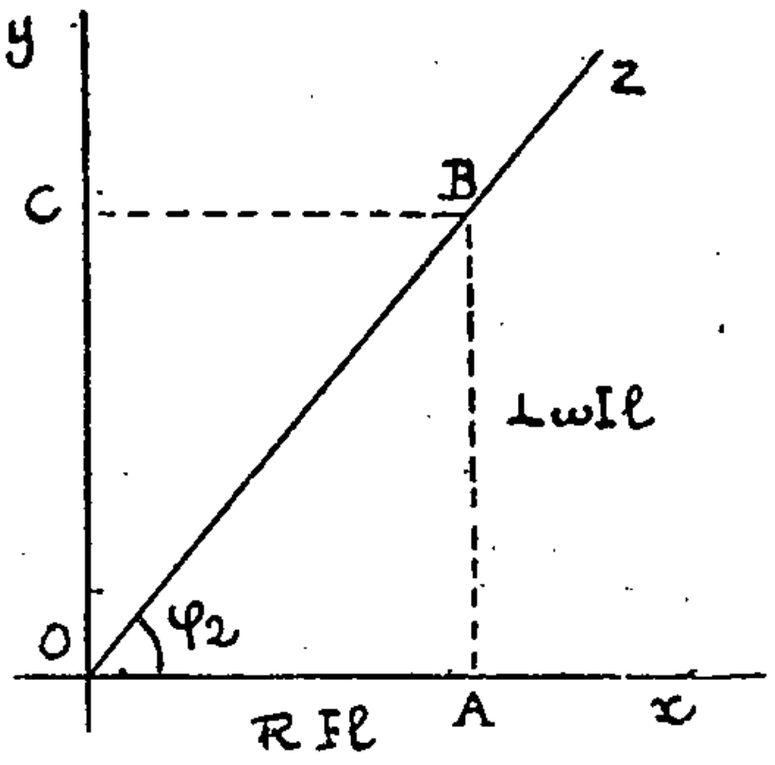


Fig. 7.

Soit sur OZ le point B d'abscisse $OA = RI\,l$. L'ordonnée de ce point est $OC = AB = RI\,l \operatorname{tg} \varphi_2 = L\,\omega\,I\,l$.

On voit donc que le segment $\overline{OB}$ représente la chute de tension géométrique correspondant à un transport d'énergie caractérisé par le produit « I l », avec un conducteur de résistance ohmique kilométrique R.

Il est rappelé que la connaissance de cette chute de tension géométrique, n'est *en elle-même* d'aucune utilité pratique : mais il est possible d'en tirer parti dans une construction graphique.

Par ailleurs, sur le dessin ci-dessus, on peut tracer une demi-droite OV faisant avec l'axe OY un angle α tel que l'on puisse écrire :

$$I\,l \cos \alpha = OC\ I\,l$$

c'est-à-dire tel que $\cos \alpha = L\,\omega$.

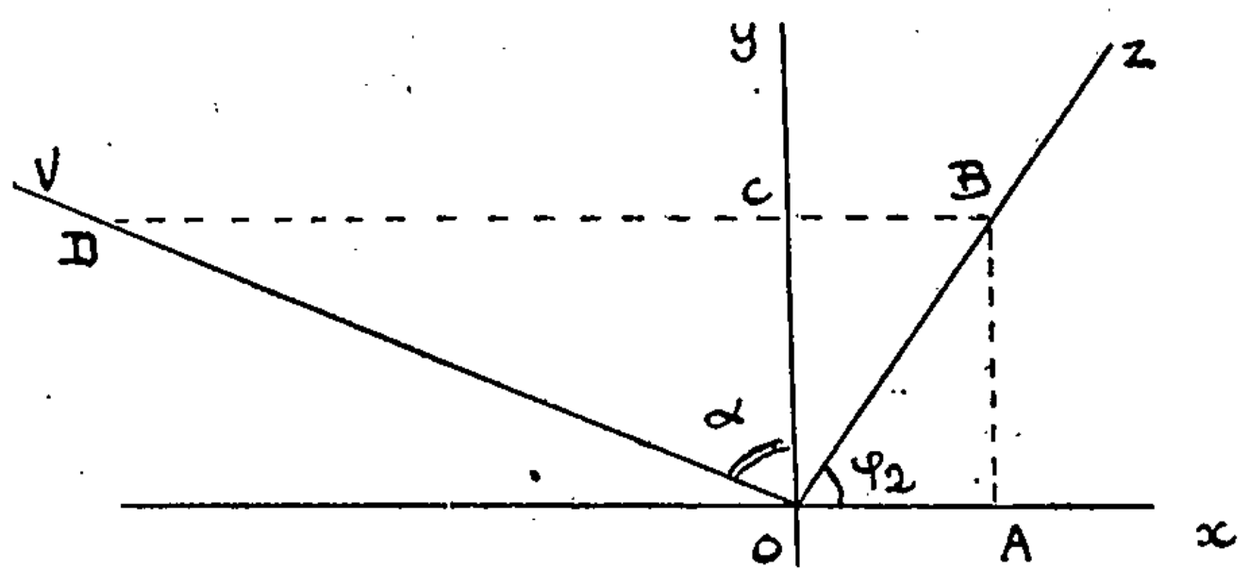


Fig 8.

On voit alors qu'il suffit de porter sur OV, à l'échelle du dessin, la longueur OD = I l, pour obtenir directement, par une parallèle à l'axe OX, la longueur CB représentant la chute de tension géométrique dans un conducteur de résistance R, ou, si l'on préfère, les deux composants OA = R I l et OC = Lω I l de cette chute de tension.

Enfin, il est également facile de tracer par le point d'origine O, une droite W′ OW faisant avec l'axe OX un angle φ_1 égal au déphasage des récepteurs.

Si donc on porte en 00′ = u' la tension d'arrivée, et

si on trace le segment O'B, on voit immédiatement que le contour polygonal O'OABO' correspond exactement au diagramme général de la chute de tension dans le cas d'une ligne triphasée alimentant des appareils absorbant de l'énergie réactive.

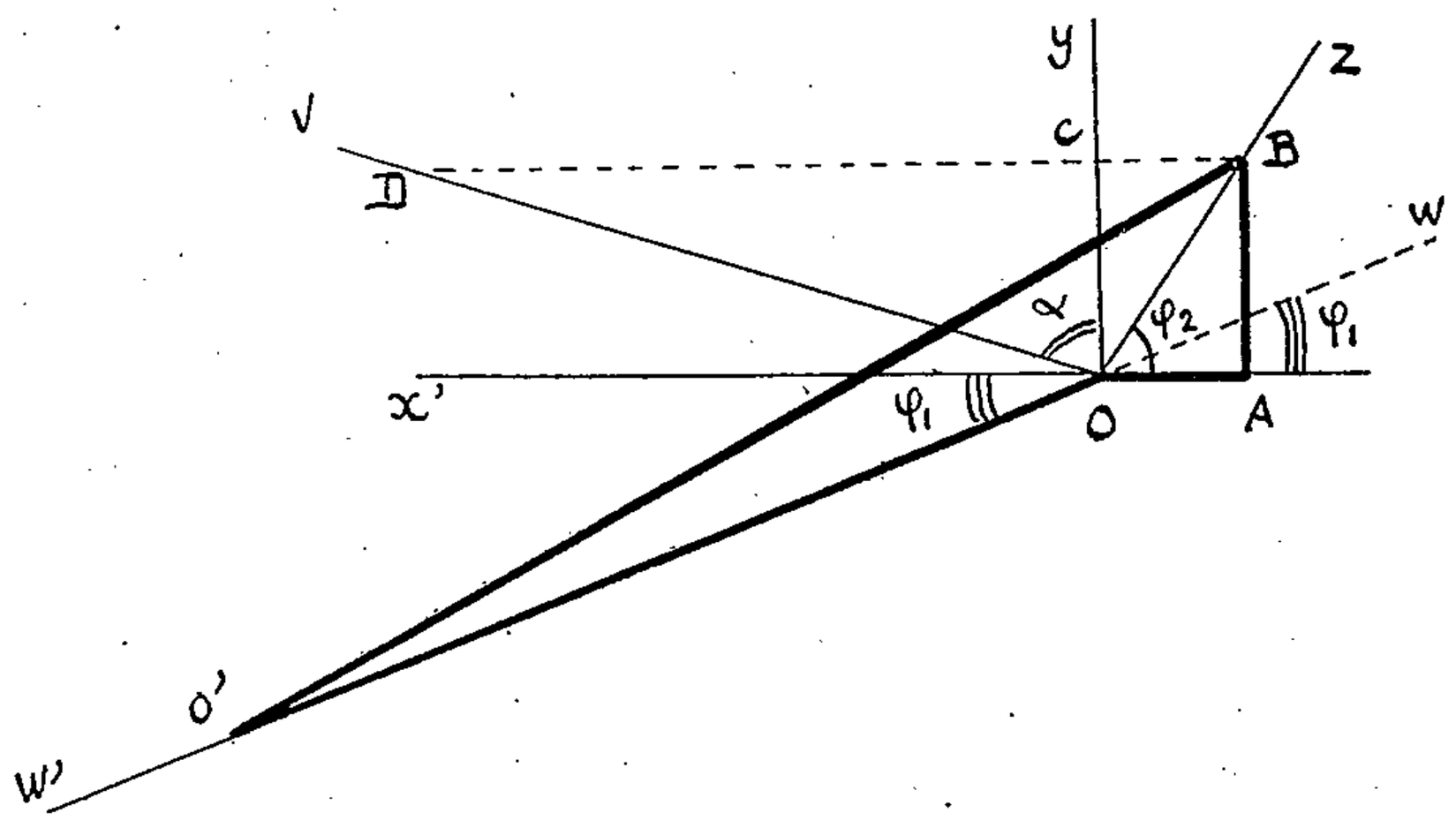


Fig. 9.

Or pour un réseau déterminé, le point O' est fixe puisque déterminé par l'angle φ_1 et la tension u' d'alimentation des récepteurs. Il en est de même de l'angle α qui ne dépend que de la fréquence du courant.

Dans ces conditions, on conçoit qu'il est facile de réaliser un abaque pour la détermination de la tension $u = O'B$ nécessaire au départ de la ligne.

Cet abaque comprendra :

— Deux axes de coordonnées rectangulaires X'OX et OY.

— Une demi-droite OV faisant avec l'axe OY un angle α tel que $\cos \alpha = L\,\omega$.

— Un faisceau de demi-droites convergentes OZ, OZ_1, OZ_2, etc., faisant avec l'axe OX des angles dont les tangentes seront respectivement égales à $\frac{L\,\omega}{R}$, $\frac{L\,\omega}{R_1}$, $\frac{L\,\omega}{R_2}$... R, R_1, R_2 etc., étant les résistances ohmiques

kilométriques des différents conducteurs dont l'emploi peut être envisagé.

Un faisceau de demi-droites convergentes OW′, OW'_2, OW'_3, etc., faisant avec l'axe OX′ des angles dont les cosinus seront respectivement égaux aux valeurs les plus courantes du facteur de puissance.

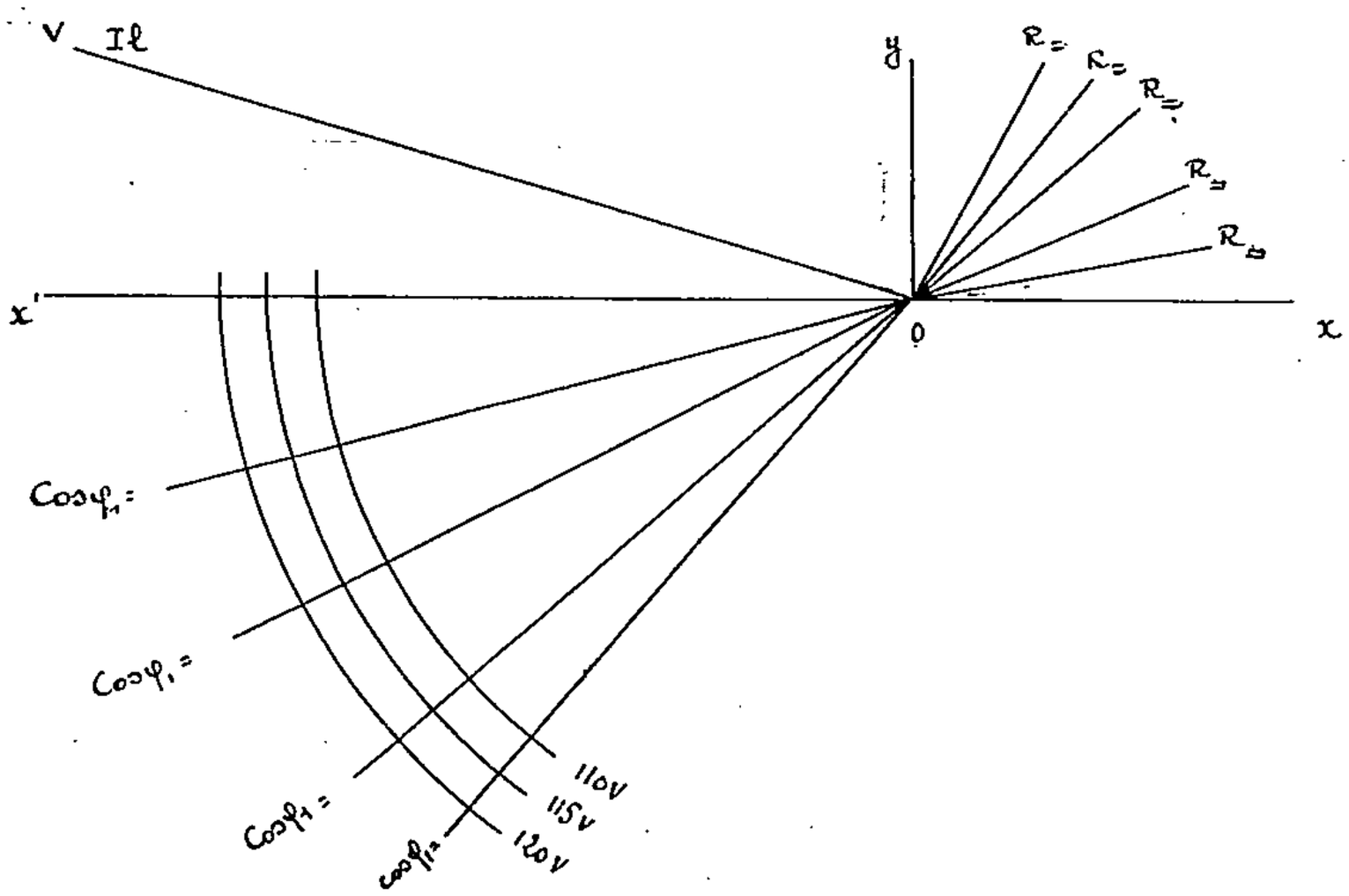


Fig. 10.

Une série d'arcs de circonférence, de centre O, et de rayon u'_1, u'_2, u'_3... etc... correspondant aux valeurs les plus usitées de la tension d'alimentation des récepteurs.

Cet abaque (voir planche VI) permet de résoudre graphiquement, de façon très simple et très rapide, tous les problèmes usuels de calcul des lignes triphasées, ainsi qu'en fait foi la série d'exemples ci-après :

1er *Exemple numérique : Choix d'un conducteur connaissant la chute de tension disponible, la tension nécessaire à l'arrivée, et le transport d'énergie à effectuer.*

Indiquer la chute de tension disponible et la tension

à l'arrivée revient à donner les valeurs de u et u', tension au départ et à l'arrivée. D'autre part les données d'un transport d'énergie électrique se résument en la connaissance de la valeur des deux expressions I l et cos φ_1.

Dès lors, l'une des extrémités du segment représentant la valeur de « u » se trouve à l'intersection de l'arc de circonférence correspondant à la valeur fixée pour u' et de la droite correspondant à la valeur de cos φ_1.

L'autre extrémité de ce segment se trouve à l'intersection :

1° d'un arc de circonférence ayant le point précédent pour centre, et un rayon égal à la valeur fixée pour u'.

2° d'une droite parallèle à l'axe OX et passant par le point représentant la valeur de I l.

Cette construction a été appliquée ci-après au premier exemple développé dans le chapitre I :

a) *Éclairage.* — Les données de l'exemple sus-visé sont résumées ci-après :

$$\begin{aligned} \text{I} &= 50 \text{ ampères.} \\ l &= 0 \text{ km } 600. \\ \text{d'où } \text{I}\,l &= 30 \\ u' &= 110 \text{ v.} \end{aligned}$$

Chute de tension disponible = 7 v.

d'où $u = 110 + 7 = 117$ v.

$\cos \varphi_1 = 1$

Par le point représentant I l = 30, on trace une parallèle à l'axe OX, puis en prenant pour centre l'intersection de l'axe correspondant à u' = 110 et de la droite correspondant à cos φ_1 = 1, on trace un arc de circonférence de rayon u = 117 v à l'échelle de l'abaque. Cet arc coupe la droite précédente en un point situé entre les demi-droites correspondant aux conducteurs caractérisés par R = 0,23 et R = 0,30. On adoptera donc le câble 37 b. 16/10 ou 74 mm² (R = 0,23).

b) *Force motrice.* — Les données de l'exemple du cha-

pitre I étaient identiques à celles exposés ci-dessus, mais avec :

$$\cos \varphi_1 = 0{,}8$$

En faisant la même construction que précédemment mais en prenant pour centre de l'arc de circonférence de rayon « u », l'intersection de l'arc correspondant à $u' = 110$ et de la droite correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ on trouve que cet arc de circonférence coupe la droite $I\,l = 30$ à droite de la ligne représentative du conducteur de 94 mm² choisi comme section limite à ne pas dépasser.

Il est donc nécessaire de construire 2 lignes en parallèle. Dans ce cas, on a donc $I\,l = \frac{30}{2} = 15$, et en faisant la même construction que ci-dessus, on aboutit à un point situé entre les droites correspondant aux conducteurs de résistance $R = 0{,}36$ et $R = 0{,}30$. On adoptera donc le câble 19 b. 20/10 ou 60 mm² ($R = 0{,}30$).

2e *Exemple numérique. — Calcul de la tension à l'arrivée connaissant la tension au départ, pour un transport d'énergie déterminé.*

Soit un transport d'énergie caractérisé par les données ci-après :

$$I\,l = 20$$
$$\cos \varphi_1 = 0{,}9.$$
$$u = 120.$$

Ce transport doit être effectué par une ligne triphasée en câble 19 b. 18/10 ($R = 0{,}36$).

Quelle sera la tension à l'arrivée?

La réponse découle immédiatement de la connaissance du diagramme représentatif de la chute de tension : Par le point $I\,l = 20$, on trace une droite parallèle à l'axe origine, qui coupe en un point « x » la droite représentative du conducteur de résistance $R = 0{,}36$. Avec

ce point « x » pour centre et un rayon représentant $u = 120$ à l'échelle de l'abaque, on trace un arc de circonférence qui coupe la droite correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}9$ en un point « A ». La longueur mesurée sur la droite correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}9$, entre ce point A et le point origine de l'abaque, donne la valeur de u'.

on trouve :

$$u' = 110 \text{ v. } 8.$$

3e *Exemple numérique. — Calcul de la tension au départ connaissant la tension nécessaire à l'arrivée pour un transport d'énergie déterminée !*

On a repris les données du premier exemple, relatif à un transport de force motrice :

$$\begin{cases} \text{I } l = 15. \\ \cos \varphi_1 = 0{,}8 \\ \text{R} = 0{,}30. \end{cases}$$

La tension à l'arrivée devant être $u' = 110$ v, on demande la tension nécessaire au départ?

Les extrémités du segment représentatif de la tension « u » au départ sont déterminées :

a) par l'intersection de la parallèle à l'axe origine passant par le point I $l = 15$, et de la droite représentative du conducteur de résistance R $= 0{,}30$.

b) par l'intersection de l'arc correspondant à $u' = 110$. et de la droite correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}8$.

La valeur de « u » est donnée par la longueur mesurée à l'échelle de l'abaque du segment joignant ces deux points.

on trouve : $u = 116^{\text{v}}4$.

4e *Exemple numérique. — Influence du facteur de puissance.*

L'abaque permet de se rendre compte d'une façon très claire, de l'influence du facteur de puissance ($\cos \varphi_1$) sur la chute de tension.

Dans l'exemple ci-après on a envisagé les cas d'un transport d'énergie électrique, caractérisé par :

$$I = 40 \text{ ampères}$$
$$l = 0 \text{ km } 500.$$
$$\text{d'où } Il = 20.$$

à assurer par une ligne triphasée en câble 19 b. 20/10 ou 60 mm² (R = 0,30) la tension au départ étant de 120 volts et on a cherché qu'elle serait la tension à l'arrivée pour différentes valeurs de cos φ_1.

Il est rappelé que la tension à l'arrivée est représentée sur l'abaque, pour chaque valeur de cos φ_1, par la longueur du segment compris, sur la droite correspondant à cette valeur de cos φ_1, entre l'origine de l'abaque et l'intersection de cette droite avec un arc de circonférence de rayon $u = 120$, et dont le centre est déterminé par l'intersection de la droite correspondant au conducteur de résistance R = 0,30, et de la droite parallèle à l'axe origine passant par le point I $l = 20$.

Un seul arc de circonférence permet donc de trouver les différentes valeurs de u' correspondant aux différentes valeurs de cos φ_1 portées sur l'abaque.

Les résultats sont indiqués ci-après :

pour cos φ_1 =	1	on trouve u' =	113,8 volts.
	0.95		112,2
	0.90		111,8
	0.85		111,52
	0.8		111,4
	0.7		111,2
	0.6		111,4
	0.5		111,7

On voit que la tension à l'arrivée décroît très rapidement lorsque la valeur de cos φ_1 diminue. Par contre, on constate que la valeur de la tension à l'arrivée passe par un minimum qui par l'exemple ci-dessus correspond à cos $\varphi_1 = 0,7$.

Ce résultat est identique à celui trouvé au chapitre II, à savoir que dans les mêmes conditions que ci-dessus, la chute de tension passe par un maximum pour une certaine valeur de cos φ_1.

Mais ici, le mode même de construction de l'abaque montre que le minimum de tension se produit lorsque les angles φ_1 et φ_2 sont égaux, c'est-à-dire lorsque la droite représente la valeur de cos φ_1 se trouve dans le prolongement de la droite représentant le conducteur de résistance R considéré.

Ce résultat est du reste facile à démontrer :

Soit en X'OX la droite origine de l'abaque, en OZ la droite représentative d'un conducteur de résistance ohmique R, et en OW et OW' deux droites correspondant aux valeurs cos φ_1 et cos φ'_1 du facteur de puissance, et dont l'une, OW, est dans le prolongement de la droite OZ.

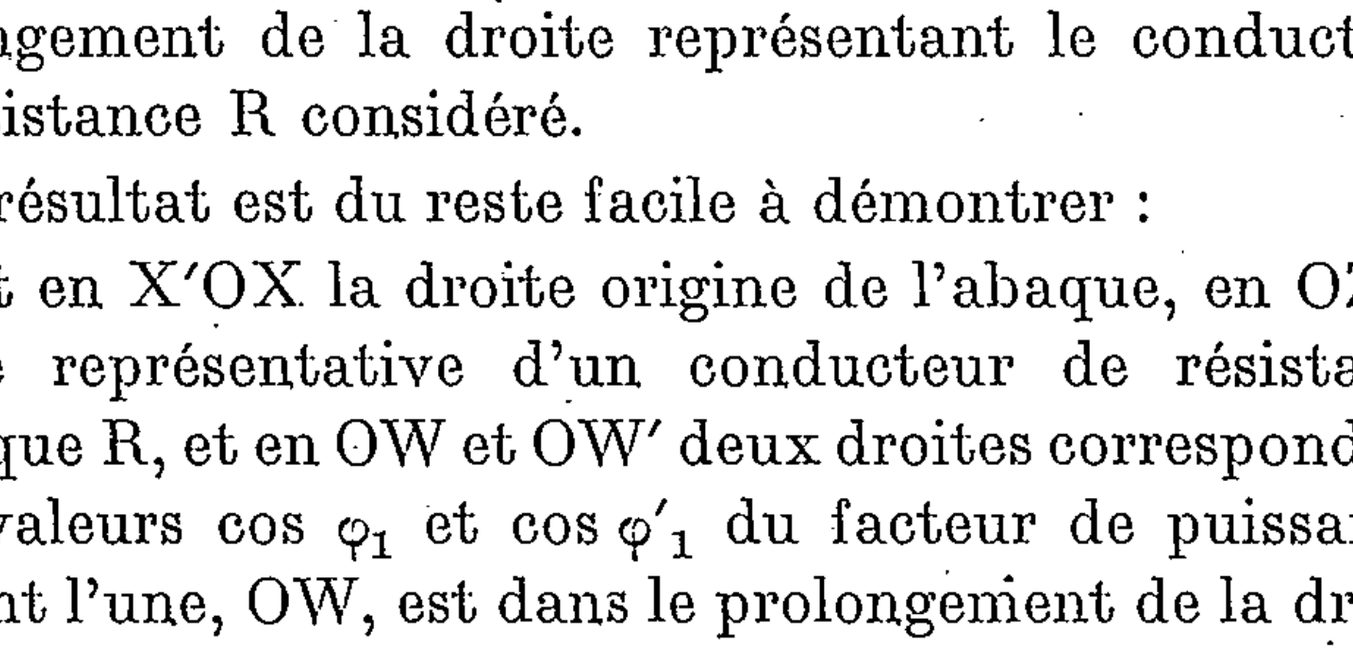


Fig. 11.

Soit sur OZ un point A correspondant à la valeur de I l; Avec ce point pour centre, on trace un arc de circonférence de rayon égal à la tension « u » au départ.

Cet arc coupe les droites OW ou OW' en B et B'.

Les tensions à l'arrivée sont respectivement égales à OB et OB' pour les valeurs cos φ_1 et cos φ'_1 du facteur de puissance.

Or dans un triangle AOB′ on a :

$$OB' > AB' - AO$$

et comme (AB′ = AB),

$$OB' > AB - AO$$

mais

$$AB - AO = OB$$

d'où finalement :

$$OB' > OB$$

La tension à l'arrivée est donc minimum lorsque l'on a :

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

Or par construction :

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L\,\omega}{R}.$$

La valeur minimum de la tension u' correspond donc à la condition :

$$\frac{L\,\omega}{R} = \operatorname{tg} \varphi_1$$

ou :

$$R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_1}$$

On arriverait d'ailleurs à un résultat analogue en utilisant directement le diagramme représentatif de la chute de tension. On démontrerait dans ce cas, en supposant connue la tension à l'arrivée, que la tension nécessaire au départ passe par un maximum lorsque l'on peut écrire :

$$R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_1}.$$

Tous ces résultats sont identiques et peuvent se résumer ainsi :

Lorsque le transport d'un courant d'une intensité déterminée est assurée par une ligne triphasée cons-

tituée par 3 câbles, chacun de résistance ohmique kilométrique R, la chute de tension est maximum lorsque la valeur du facteur de puissance est :

$$\cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{L\,\omega}{R}\right)^2}}.$$

Il en résulte qu'en se plaçant au seul point de vue du poids du métal conducteur utilisé par rapport à l'intensité transportée, on se trouve dans les conditions les plus défavorables lorsqu'on emploie des conducteurs de résistance $R = \frac{L\,\omega}{\operatorname{tg} \varphi_2}$.

Cette résistance est justement celle pour laquelle la formule approchée ayant fait l'objet des chapitres I et II est rigoureuse.

5e *Exemple numérique. — Rayon d'action d'un conducteur pour une chute de tension donnée et une tension d'alimentation connue.*

Dans le cas d'une distribution basse tension très étendue, nécessitant l'emploi de feeders, il peut être utile de connaître le rayon d'action des conducteurs dans le cas particulier du transport envisagé.

A ce rayon d'action est en effet subordonné en grande partie le choix de l'emplacement de la Centrale ou du Poste de transformation, choix qui est lié à des considérations économiques d'établissement des feeders.

La détermination des rayons d'action peut être faite très facilement au moyen de l'abaque.

On supposera, à titre d'exemple, une distribution à assurer sous une tension de 110 volts, à l'aide d'une Centrale fournissant du courant triphasé 50 périodes 125 volts en charge. On admettra que le cos φ_1 du réseau à une valeur de 0,9 et que la chute de tension disponible dans les feeders est de 10 volts.

Quel est le rayon d'action des divers conducteurs dans ces conditions?

La tension à l'arrivée du feeder doit être de 115 volts. Sur l'abaque on trace un arc de circonférence de rayon $u = 125$ volts à l'échelle du dessin, et ayant pour centre l'intersection de l'arc de circonférence correspondant à $u' = 115$ et de la droite correspondant à $\cos \varphi_1 = 0{,}9$.

Cet arc de circonférence coupe les droites représentatives des conducteurs : Par chacun de ces points d'intersection, on trace une parallèle à l'axe origine qui coupe la droite I l en un point dont la distance au point origine O donne le rayon d'action du conducteur, exprimé par la valeur du produit I l.

Dans le cas envisagé, on trouve :

Pour R =	2.25	I l =	4.4
	1.76		5.6
	1.65		6
	1.27		7.4
	1.00		9.2
	0.81		11.2
	0.61		14.2
	0.46		17.6
	0.36		21.2
	0.30		24
	0.23		28
	0.19		31.2

Connaissant les points d'arrivée des différents feeders et l'intensité à transporter par chacun deux, il est alors facile de déterminer le conducteur à employer en fonction des différents emplacements possibles de la centrale, et de trouver par suite l'emplacement le plus économique.

Calcul approché.

Employer la formule

$U - U' = Il(\cos\varphi_1 + L\omega \sin\varphi_1)$

1°. Calculer le produit Il

2°. Mesurer sur l'abaque la valeur de l'expression $R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1$, donnée, par la longueur du segment compris entre les deux demi-circonférences.

Observation .. Les nombres indiqués à l'intersection des demi-circonférences, correspondant à la valeur de R, et des droites, indiquent les valeurs limites du produit Il au-dessous desquelles la formule approchée est applicable avec une erreur relative inférieure à 1/20, la chute de tension étant toujours inférieure à 15 volts. Au dessus de ces limites, il faut employer les formules exactes.

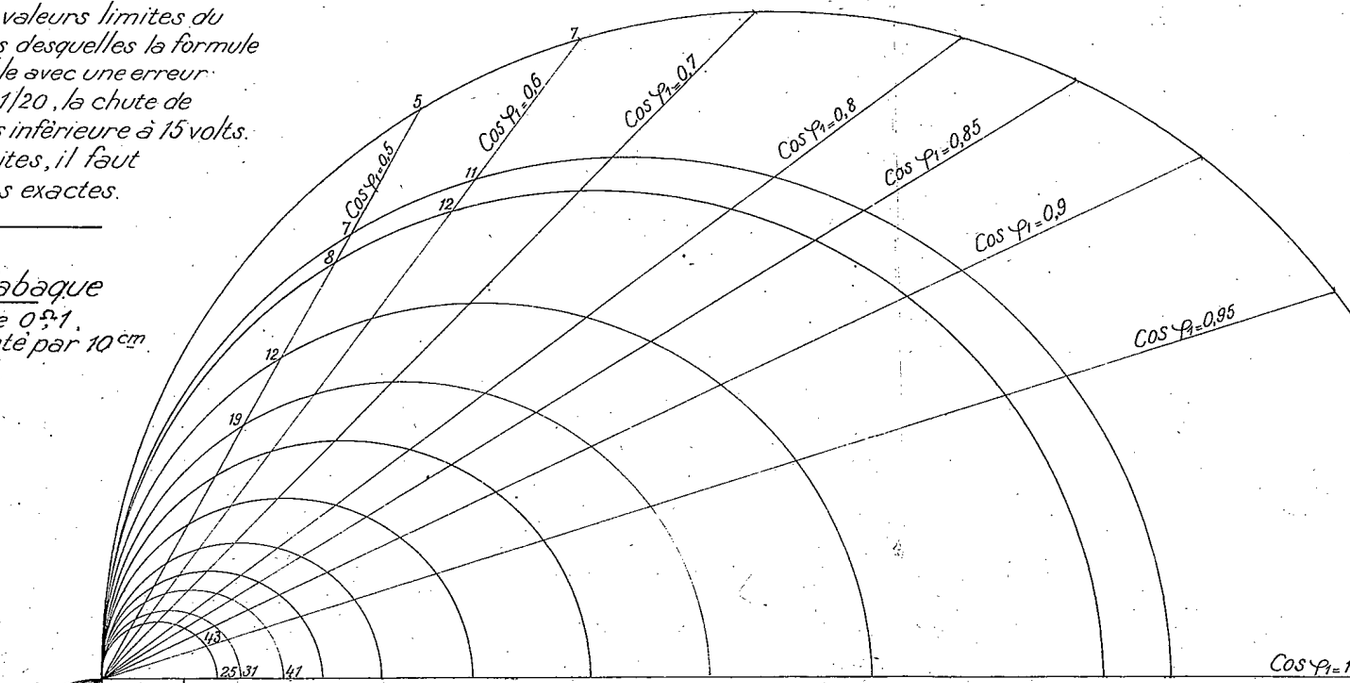
Echelle de l'abaque

1 cm représente 0 Ω 1.
ou 1 ohm est représenté par 10 cm.

ABAQUE

donnant la valeur de l'expression,
$(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)$
dans un réseau triphasé à 50 périodes secondes. 110 volts.

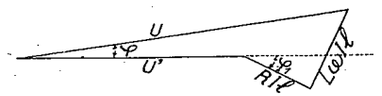
Réactance Kilométrique = 0,3 Ω.



25 périodes seconde	37	37	19	19	19	19	19	7	7	7	1	7 1	Nombre de fils
	18/10	16/10	20/10	18/10	16/10	14/10	12/10	18/10	16/10	14/10	34/10	12/10 30/10	Diamètre de chaque fil en m/m.
	94	74	60	48,3	38,2	29,3	21,5	17,8	14,1	10,8	9,08	7,92 7,07	Section du cable en m/m²
	0,19	0,23	0,30	0,36	0,46	0,61	0,81	1,00	1,27	1,65	1,76	2,25	Resistance en ohms à 0° par Kilomètre
42 périodes seconde	879,9	695,2	552,5	447,5	353,0	270,7	199,0	163,3	129,1	96,8	80,8	72,6 62,9	Poids en Kgs par Kilomètre
	1,15	1,45	1,80	2,25	2,85	3,70	5,00	6,05	7,75	10,10	12,37	13,80 15,89	Longueur en mètres par Kilogrammes
50 périodes seconde	12,6	11,2	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,4	4,8	4,2	3,4	3,6 3,0	Diamètre apparent du cable en m/m.

Calcul rigoureux

1°) $\cos\varphi_1 \neq 1$

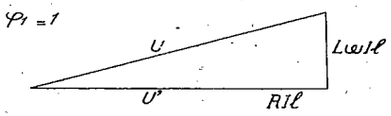


$$U = \frac{U' + Il(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)}{\cos\varphi}$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2\varphi}}$$

$$tg\varphi = \frac{Il(L\omega\cos\varphi_1 - R\sin\varphi_1)}{U' + Il(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)}$$

2°) $\cos\varphi_1 = 1$



$$U^2 = (U' + RI\ell)^2 + \overline{L\omega I\ell}^2$$

Légende.

U = Tension au départ.
U' = Tension à l'arrivée
φ = Angle de décalage au départ.
φ_1 = ... d° ..... des récepteurs.
R = Résistance ohmique Kilométrique
Lω = Résistance Kilométrique.
I = Intensité.
ℓ = Longueur géométrique de la ligne en Kilomètres

Calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées

$u - u' = Il\,(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)$

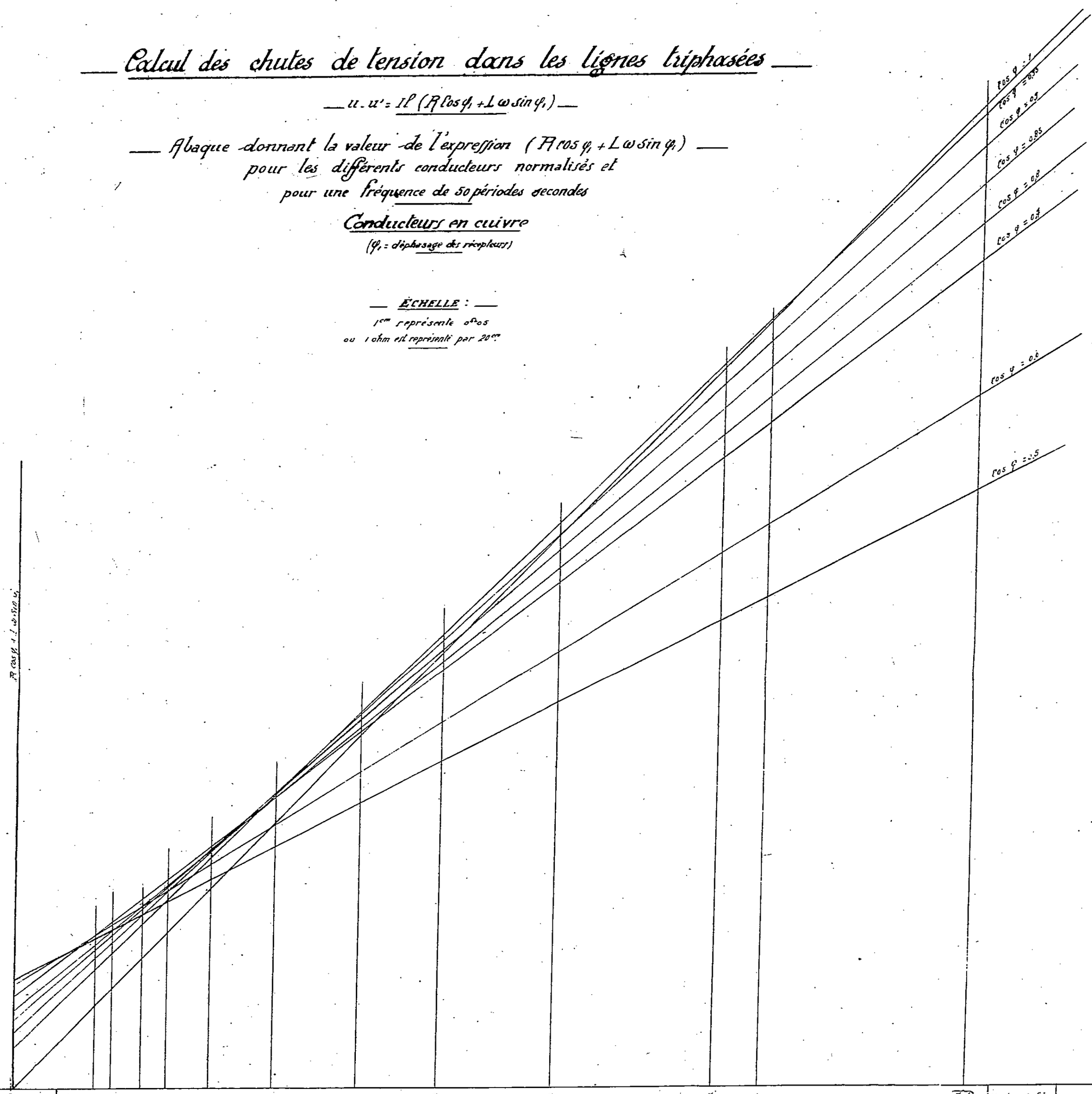
Abaque donnant la valeur de l'expression $(R\cos\varphi_1 + L\omega\sin\varphi_1)$
pour les différents conducteurs normalisés et
pour une fréquence de 50 périodes secondes

Conducteurs en cuivre

(φ_1 = déphasage des récepteurs)

ÉCHELLE :

1cm représente 0,05
ou 1 ohm est représenté par 20cm



37	37	19	19	19	19	19	7	7	7	1	77	Nombre de fils
18/10	16/10	20/10	18/10	16/10	14/10	12/10	18/10	16/10	14/10	34/10	12/10 30/10	Diamètre de chaque fil en millimètres
94	74	60	48,3	38,2	29,3	21,6	17,8	14,1	10,8	9,08	7,92 7,07	Section du câble en millimètres carrés
0,19	0,23	0,30	0,36	0,46	0,61	0,81	1,00	1,27	1,65	1,76	2,25	Résistance en ohms à 0° par kilomètre
878,9	678,2	552,5	447,5	353	270,7	199	163,3	127,1	94,8	84,8	72,6 63,9	Poids en kilogrammes par kilomètre
1,15	1,45	1,80	2,25	2,85	3,70	5,00	6,05	7,75	10,10	12,37	13,80 15,89	Longueur en mètres par kilogramme
12,6	11,2	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,4	4,8	4,2	3,7	3,6 3,0	Diamètre apparent du câble en mm.

OA = u'
OB = RIℓ
BC = LωIℓ
CA = u

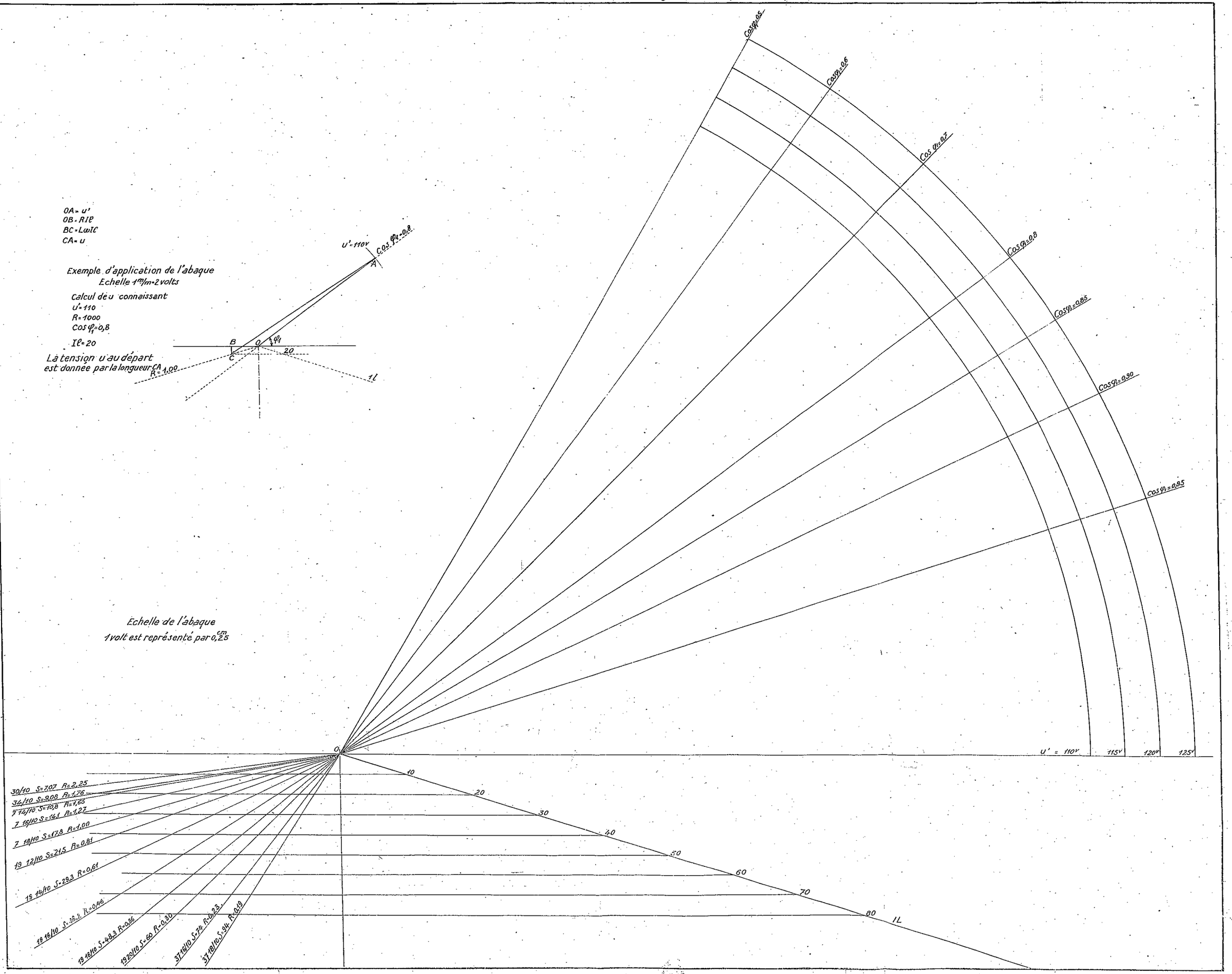
Exemple d'application de l'abaque
Echelle 1m/m = 2 volts

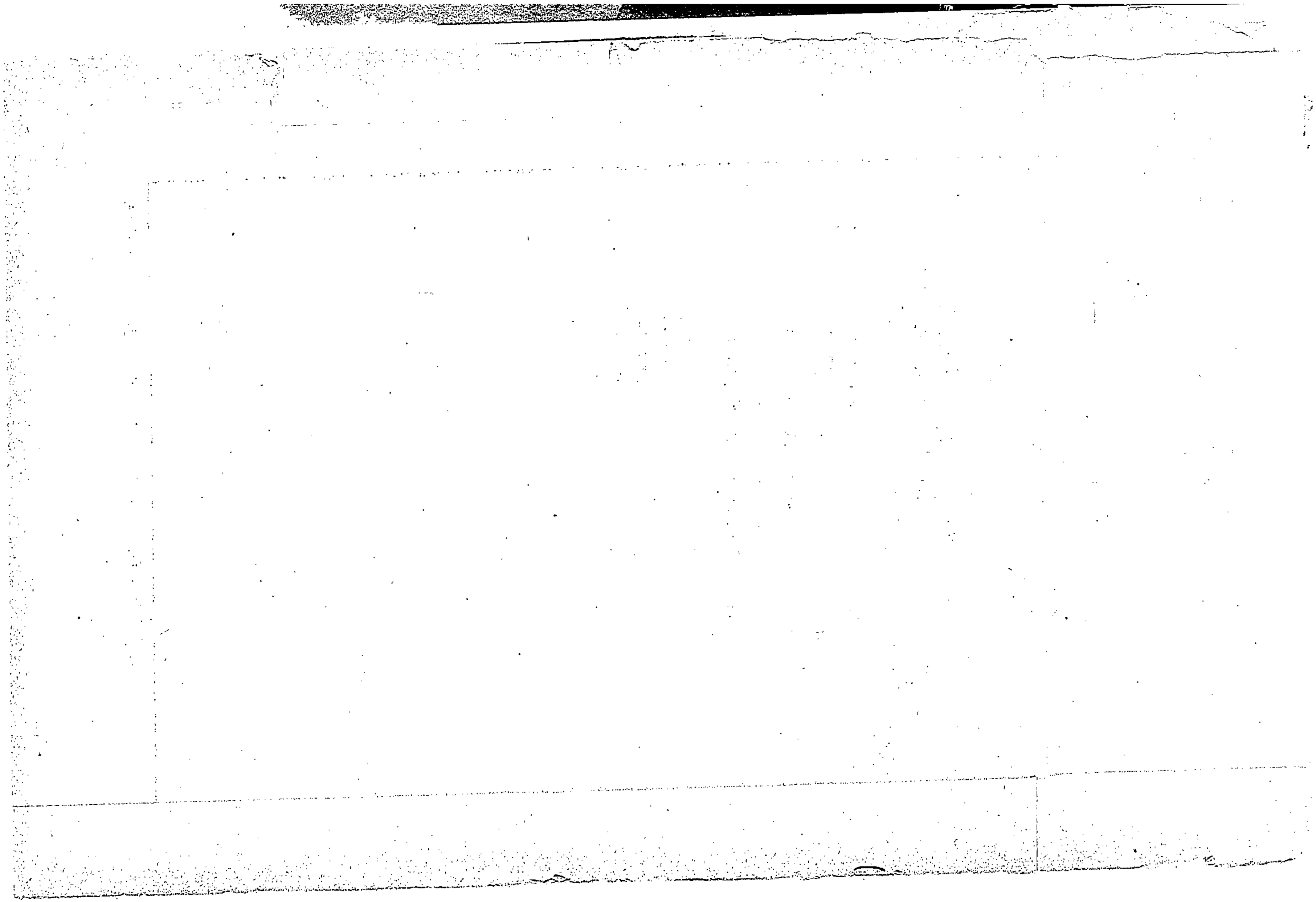
Calcul de u connaissant
U' = 110
R = 1000
Cos φ1 = 0,8

Iℓ = 20

La tension u au départ est donnée par la longueur CA

Echelle de l'abaque
1 volt est représenté par 0,25 cm





CHAPITRE IV

CONCLUSION

Les chapitres précédents ont eu pour unique objet d'exposer des méthodes graphiques simples de calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées, et de déterminer leurs conditions d'emploi.

Chacune de ces méthodes a des avantages et des inconvénients qui sont résumés ci-après.

a) *Calcul approché, 1re méthode.*

Avantages : Abaque (pl. IV) de réalisation assez facile, et pouvant être construit à une échelle assez grande pour permettre une interprétation assez précise.

Peut en outre être facilement réalisé sur un seul dessin pour toutes les valeurs courantes de cos φ_1 et pour les différentes fréquences industrielles.

Inconvénients : Basé sur une formule approchée, il donne des résultats approchés par défaut, mais avec une approximation suffisante dans la généralité des cas. Son emploi doit toutefois être limité aux valeurs du produit I l indiquées au chapitre I.

b) *Calcul approché, 2e méthode.*

Avantages : Abaque (pl. V) de réalisation très rapide et très facile, pouvant être construit à une échelle assez grande pour permettre une interprétation assez précise.

Inconvénients : Mêmes limites d'application que la méthode précédente. En outre, il est nécessaire d'établir un abaque différent pour chaque fréquence.

Il faut également en établir un pour chaque valeur de cos φ_1 si l'on veut avoir un dessin facile à lire.

c) *Calcul rigoureux.*

Avantages : Basé sur une méthode exacte de calcul,

l'abaque (pl. VI) peut être employé sans limite et permet de résoudre tous les problèmes pratiques de calcul des lignes triphasées.

INCONVÉNIENTS. : Cet abaque, pour être maniable doit être forcément établi à une échelle assez réduite qui peut être une cause de légères erreurs. Toutefois, pour les tensions de l'ordre de 110 à 125 v. il semble présenter encore une précision suffisante si l'on apporte quelque soin à sa réalisation et à son emploi.

En outre, il est nécessaire d'établir un abaque pour chaque fréquence industrielle.

CONCLUSION. — En résumé pour l'établissement pratique d'un projet important il semble que l'on puisse adopter :

1° Soit la 1re méthode de calcul approché, soit la 2e méthode, l'abaque étant alors limité aux droites correspondant aux valeurs de cos φ_1 admises pour le projet.

2° La méthode rigoureuse pour les cas où les méthodes ci-dessus ne donnent plus l'approximation nécessaire.

Ces méthodes permettent de remplacer par des constructions graphiques faciles et par des mesures directes des calculs longs et fastidieux. Elles permettent en outre, la détermination des conducteurs des lignes triphasées équilibrées par n'importe quel bon dessinateur n'ayant que des connaissances assez réduites en électricité.

Capitaine FADEUILHE.

NOTE SUR UNE SONDEUSE MOBILE

ADAPTÉE A L'UTILISATION

DES PROCÉDÉS MODERNES DE FORAGES

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES FORAGES

Nature des forages à exécuter pour les recherches et le captage des eaux profondes.

Les recherches hydrologiques nécessitent, en particulier, l'étude géologique des périmètres d'alimentation des nappes d'eau et l'identification des terrains qui les comprennent; à cet effet, les renseignements très généraux fournis par les cartes géologiques doivent être précisés à l'aide de sondages convenablement situés, qui permettent de déterminer la nature géologique, la puissance et le pendage des différentes couches de terrain rencontrées.

De plus, les forages qui atteignent une nappe peuvent être utilisés pour effectuer les prélèvements nécessaires aux analyses chimique et bactériologique de l'eau, les prises de température, les déversements de matières colorantes effectués en vue de délimiter les périmètres d'alimentation et les déversements de bouillon de culture, destinés à déterminer le pouvoir épurant de la couche aquifère.

En outre, les sources n'existent pas partout et, pour se procurer de l'eau potable, il est nécessaire d'atteindre

lès nappes profondes, à l'aide de forages de captage établis dans des conditions spéciales.

Pour les forages importants en profondeur ou en nombre, il y a intérêt à confier l'exécution du travail à un entrepreneur spécialiste, possédant le matériel nécessaire et utilisant un personnel expérimenté. Mais, pour les forages peu profonds ou isolés, il peut être avantageux de les exécuter en régie; en particulier, les forages de recherche, destinés à reconnaître exactement les terrains, nécessitent des arrêts fréquents de travail pour effectuer les prises de carottes et établir minutieusement la coupe des terrains traversés. Or, un entrepreneur, payé au mètre linéaire de sondage, a tendance à aller vite, ce qui ne permet pas toujours de faire les constatations utiles et ce qui entraîne souvent des difficultés de règlement.

Un service chargé de capter les eaux doit donc pouvoir effectuer, par ses propres moyens, des forages dans une région assez étendue; il lui est donc nécessaire de posséder une sondeuse mobile, susceptible de fournir rapidement les renseignements dont il a besoin pour les études géologiques, et, aussi, capable d'effectuer un forage de captage.

C'est pour cette raison que, d'accord avec M. l'Inspecteur Général Sentenac nous avons fait établir, pour le Service des Dérivations des eaux de la Ville de Paris, une sondeuse mobile permettant d'exécuter des sondages de 165 à 300 mm de diamètre à une profondeur pouvant atteindre 200 m.

Cet engin paraît susceptible d'être utilisé par les Services des eaux d'armée, ainsi que dans les travaux actuels d'organisation défensive des frontières.

Avant d'en donner la description et l'utilisation, ce qui fera l'objet des chapitres II et III suivants, nous croyons devoir rappeler les données générales des problèmes de forage et d'indiquer les considérations qui

nous ont guidés dans l'établissement des caractéristiques de l'appareil.

Rappel des avantages et des inconvénients des différentes méthodes de sondage.

Les procédés de sondage peuvent se classer de la façon suivante :

1° *Sondage par percussion avec tiges rigides pleines.* — C'est le procédé de sondage ordinaire; le trépan, en avançant, désagrège la roche dont les débris sont enlevés à l'aide d'un outil de curage. Il faut donc relever la sonde tous les 50 cm ou tous les mètres pour remonter les déblais; il en résulte des pertes de temps qui réduisent considérablement l'avancement.

D'ailleurs, ce procédé ne peut être utilisé à partir d'une certaine profondeur, car la tige détériore les parois du forage et elle risque de se voiler; aussi se termine-t-elle habituellement par un appareil à chute libre, ou coulisse, destiné à rendre le trépan indépendant au moment du choc; mais cette coulisse peut parfois être coincée par les débris de roche.

2° *Sondage par percussion à la corde.* — Avec ce procédé, l'équipage de sonde est constitué par un trépan surmonté d'une tige assez lourde, dite tige de charge, et les déblais sont enlevés à l'aide d'outils de curage. Mais le changement d'outils se fait rapidement : pour une profondeur de 150 m, la sonde se remonte à une vitesse de 3 m à la seconde, alors qu'avec le système à tige cette vitesse ne dépasse pas 0 m 40. Le personnel utilisé est peu nombreux, le matériel, d'un encombrement très réduit, et la force motrice nécessaire, assez faible. L'inconvénient du système réside dans l'extensibilité du câble qui donne peu de précision au sujet de la profondeur exacte du battage.

Avec ce procédé, comme avec le précédent, le tubage

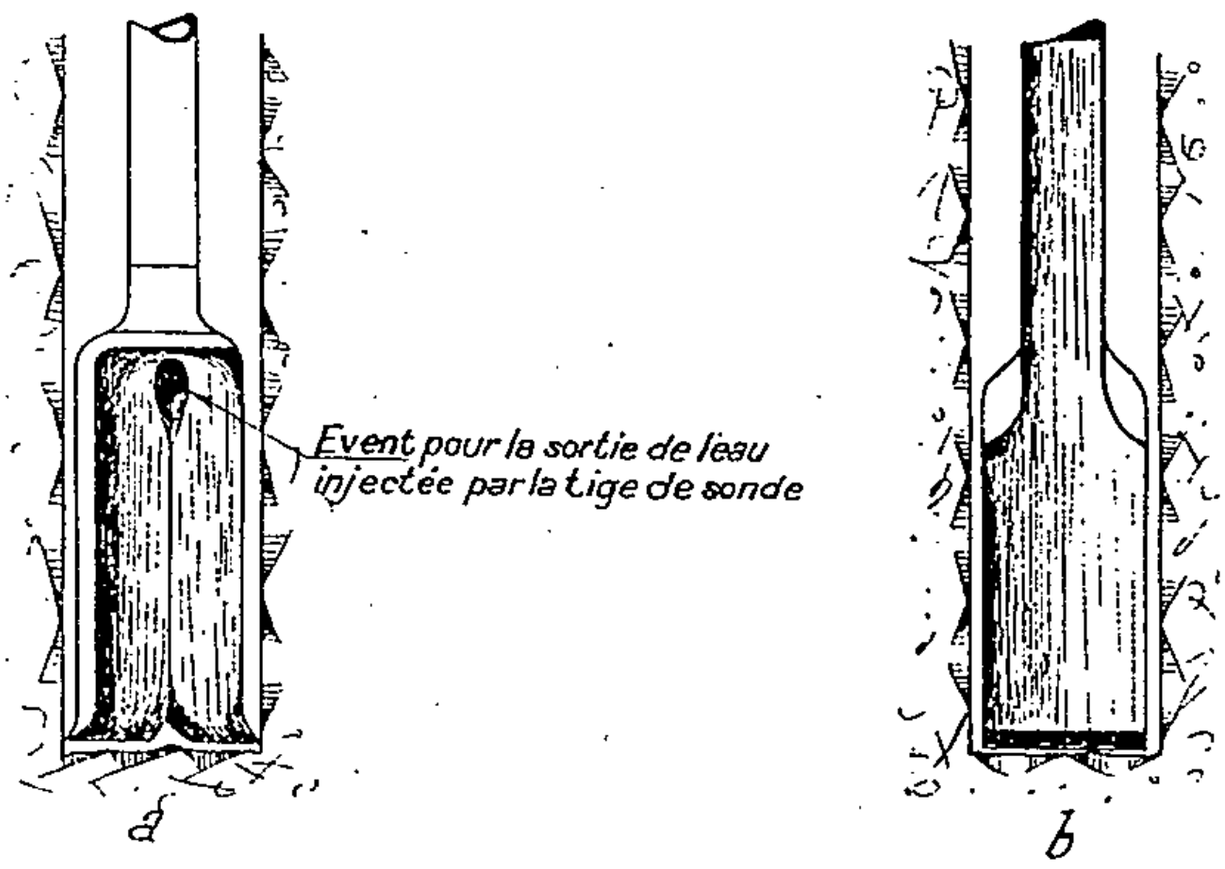
de coffrage doit suivre l'avancement du trépan, dès que le terrain n'est pas constitué par une roche compacte.

3° *Sondage par percussion avec tiges rigides creuses.* — On injecte de l'eau par les tiges de sonde creuses, cette eau débouche à la base du forage par deux évents dont le trépan est muni; puis, elle remonte par l'espace annulaire compris entre les tiges de sonde et les parois du sondage; la circulation d'eau continue, ainsi obtenue, entraîne à la surface du sol les boues de curage, au fur et à mesure de leur production, ce qui évite, en particulier, les coincements accidentels du trépan; les relevages de la sonde nécessités par les curages sont également supprimés. La force motrice nécessaire est assez considérable car le poids des tiges, à relever à chaque coup de trépan, est très élevé.

Ce procédé est d'une utilisation limitée en profondeur, par suite de l'impossibilité d'adapter une coulisse au trépan. Par suite, l'énergie de la chute est absorbée, en grande partie, par la flexion des tiges et les frottements sur les parois du sondage; à partir de 200 m de profondeur, l'avancement devient très faible et les tiges se brisent souvent. Pour essayer de pallier cet inconvénient, deux ressorts ont été placés, l'un, entre le balancier de battage et le point d'attache des tiges de sonde, l'autre, entre ce balancier et le point d'attache de la bielle qui donne le mouvement au balancier : ces ressorts amortissent, en partie, les chocs transmis par le trépan aux organes de battage et ils tendent les tiges, ce qui limite les ruptures et les frottements sur les parois du forage.

4° *Sondage par rotation ou « Rotary ».* — Ce procédé nécessite l'utilisation d'un trépan rotatif en queue de poisson (voir fig. 1-*a*), établi en acier très résistant. La tige de sonde est creuse; l'eau boueuse, qui y est injectée, sort par les deux évents du trépan et remonte à la surface du sol par l'espace annulaire, en entraînant les

boues du curage. L'avancement est très rapide : c'est ainsi que l'exécution, dans la région parisienne, de 3 puits artésiens de 550 m de profondeur moyenne, a pu être réalisée, en l'espace d'une année et en utilisant le même matériel.



a, queue de poisson. *b*, simple.

Fig. 1. — Trépans.

On reproche à ce procédé de ne pas être efficace dans les terrains très durs ou dans les conglomérats constitués par des roches de dureté différentes. Cependant, les progrès réalisés dans la préparation des aciers et l'utilisation de trépans spéciaux permettent déjà de traverser des grès très durs. D'ailleurs, à partir de 1.000 m de profondeur, le « rotary » est, seul, susceptible d'être utilisé : car l'inertie considérable des tiges de sonde des trépans à percussion brise les sondes et nécessite une force motrice importante, d'où un rendement très faible.

Ce procédé, d'origine américaine, n'a pas eu jusqu'à présent, en France, une grande vogue, parce que le matériel destiné aux forages de grande profondeur est constitué par des organes de transmission et de rotation et par des tiges de sonde très robustes, d'un prix

élevé et difficilement amortissable, en raison du petit nombre de forages profonds à exécuter.

Observations sur l'utilisation des injections d'eau. — La rapidité des sondages par percussion ou par rotation, avec tiges de sonde creuses, est due à l'utilisation des injections d'eau faites par ces tiges et qui assurent continuellement et automatiquement, l'évacuation des débris de la roche désagrégée par le trépan. Comme autre avantage, il faut signaler la suppression presque totale des coincements du trépan, provoqués par les débris de roche, enlevés par l'eau au fur et à mesure de leur formation; de plus, comme le trépan est constamment dégagé, sa chute produit le maximum d'effort.

Cependant, si les injections étaient faites à l'eau claire, cette eau se perdrait facilement dans les terrains diaclasés ou fortement fendillés; pour éviter cet inconvénient, l'eau claire est remplacée par de l'eau boueuse obtenue en délayant de l'argile dans l'eau; lorsque le terrain traversé est fortement fissuré, l'eau boueuse utilisée doit être très épaisse. Le colmatage des parois, ainsi réalisé, supprime les pertes d'eau.

D'autre part, l'utilisation de l'eau boueuse stabilise les parois du forage, de telle sorte qu'il est souvent possible d'exécuter des trous de sonde profonds, sans coffrer; la quantité des tubes de coffrage utilisés est donc réduite et les diminutions du diamètre du trou de sonde sont ainsi souvent évitées.

En outre, l'eau boueuse, plus dense que l'eau claire, peut entraîner des débris de roche très dense. La teneur en boue doit donc également dépendre de la densité des roches traversées.

On a reproché aux procédés par injection de nécessiter une grande quantité d'eau, et, par suite, de ne pouvoir être utilisés dans les endroits complètement démunis d'eau. En réalité, il suffit de disposer d'un débit assez limité.

On a prétendu, également, que ces procédés se prêtaient mal à l'échantillonnage des couches traversées, en raison des faibles dimensions des débris de roche; or, il suffit de faire passer l'eau boueuse sur un tamis à fines mailles pour isoler ces débris; un simple lavage les libère ensuite de l'argile qui pourrait encore les recouvrir; la détermination des roches peut donc être faite, avec les injections d'eau, d'une manière continue. Quoi qu'il en soit, dès que quelques précisions minéralogiques et stratigraphiques sur les roches traversées sont nécessaires, il faut recourir au carottage.

Le carottage. — Le trépan carottier à percussion travaille trop lentement; aussi, les outils rotatifs de carottage sont-ils presque exclusivement utilisés actuellement; ils sont de trois sortes : la couronne de diamants, la couronne à grenaille d'acier et la couronne dentée.

La couronne de diamants agit sur le terrain par rodage; il suffit de lui appliquer une faible pression; l'eau injectée à grande vitesse entraîne facilement les sédiments. La carotte s'arrache à l'aide d'un tube carottier, muni d'un ressort de coinçage. Malheureusement, la couronne de diamants n'est pas utilisable dans tous les terrains; c'est ainsi que les éléments durs des conglomérats déchaussent les diamants. Enfin, le prix de cet appareil est prohibitif.

La couronne à grenaille d'acier fonctionne de la façon suivante : la grenaille utilisée se rassemble au fond du forage, en raison de la forte densité de l'acier; les tiges de sonde, agissant sur la couronne, pressent les grains d'acier contre la roche et la rotation produit l'attaque; il faut donc qu'une forte pression s'exerce sur l'outil et que la vitesse de rotation soit élevée.

D'autre part, l'eau doit être injectée à faible pression pour que sa vitesse ne produise pas l'entraînement des grains d'acier qui constituent l'abrasif; par suite, lorsque l'eau, dans son ascension, atteint l'espace annulaire

situé au-dessus de l'outil et que sa vitesse diminue brusquement, les boues retombent; pour éviter qu'elles ne descendent au fond du forage, on place, au-dessus du raccord des outils, un tube à sédiment.

Pour enlever la carotte, on la coince dans le tube carottier, à l'aide de graviers; le coincement est augmenté en effectuant un effort de traction sur les tiges de sonde; puis à l'aide d'un mouvement de rotation de la couronne, on brise la carotte à sa partie inférieure. Ce procédé d'arrachage comporte plus d'aléas que l'utilisation du ressort de coinçage qui ne peut être utilisé ici, en raison de la variation du diamètre de la carotte et du broutage de la couronne qui détériorerait le ressort.

La couronne à la grenaille convient pour les terrains d'une certaine dureté; en terrain tendre, en effet, les grains d'acier s'enfoncent dans la roche sans agir.

La couronne dentée est utilisée pour prendre les carottes des terrains tendres, comme les argiles dures, les marnes; les carottes sont enlevées à l'aide d'un tube carottier muni d'un ressort de coinçage.

Les stratamètres permettent de déterminer la direction du pendage des couches de terrain; ces appareils sont basés sur le principe suivant : avant d'arracher une carotte, on repère sur celle-ci la position d'une boussole au moyen d'empreintes, et l'on bloque l'aiguille aimantée dans sa position; la carotte enlevée, on la replace dans son orientation primitive au moyen de l'aiguille aimantée débloquée, ce qui permet d'obtenir la direction du pendage des strates.

La détermination des caractéristiques générales de la sondeuse mobile.

Les procédés de forage à utiliser. — Dans le premier paragraphe de cette étude, nous avons indiqué que la

sondeuse devait pouvoir effectuer des sondages géologiques, des forages d'essai pour pompages, prélèvements d'eau et déversements divers, ainsi que des forages de captage. De plus, l'ensemble du matériel devait être assez léger pour pouvoir être établi sur une plate-forme mobile susceptible de se déplacer sur route et en terrain varié.

Les sondages géologiques nécessitaient l'utilisation du carottage rotatif; la couronne de diamants fut éliminée en raison de son prix trop élevé et, seuls, les procédés de la couronne à grenaille d'acier et de la couronne dentée furent retenus.

Pour les forages provisoires d'essai, il était économique de pouvoir récupérer le tubage; il était donc désigné, dans ce cas, de recourir à un procédé par injection d'eau boueuse, colmatant les parois et permettant la descente en une seule fois de la colonne tubée, constituée par des éléments vissés; cette colonne pouvait être ainsi facilement retirée à la fin des expériences.

Quant aux forages de captages définitifs, ils ne différaient des précédents que par la constitution du captage et du tubage, les procédés d'exécution du trou de sonde restant les mêmes.

Il résultait de ces considérations, qu'un procédé de forage avec injection d'eau boueuse paraissait tout désigné; comme le carottage exigeait déjà une table de rotation, il était logique d'augmenter l'importance de cette table et des organes de transmission, en vue d'utiliser le procédé de sondage par rotation.

D'ailleurs, le battage par tiges rigides creuses exigeait, dès que l'on atteignait une certaine profondeur, une force motrice considérable, en raison du poids des tiges; il s'en suivait que le moteur devait avoir une importance qui aurait réduit les facilités de déplacement de la sondeuse.

Cependant, la sonde pouvait parfois rencontrer des

terrains très durs ou très fortement diaclasés qui ne permettraient pas d'obtenir un bon rendement avec le « rotary », et qui nécessiteraient l'utilisation d'un procédé de sondage par percussion; or, pour les raisons indiquées ci-dessus, le procédé à percussion par tige creuse ne pouvait être employé; de même, le procédé à tige pleine était à rejeter en raison de son faible rendement aux profondeurs moyennes; il ne restait donc que le procédé par percussion à la corde, très rapide, qui fut adopté.

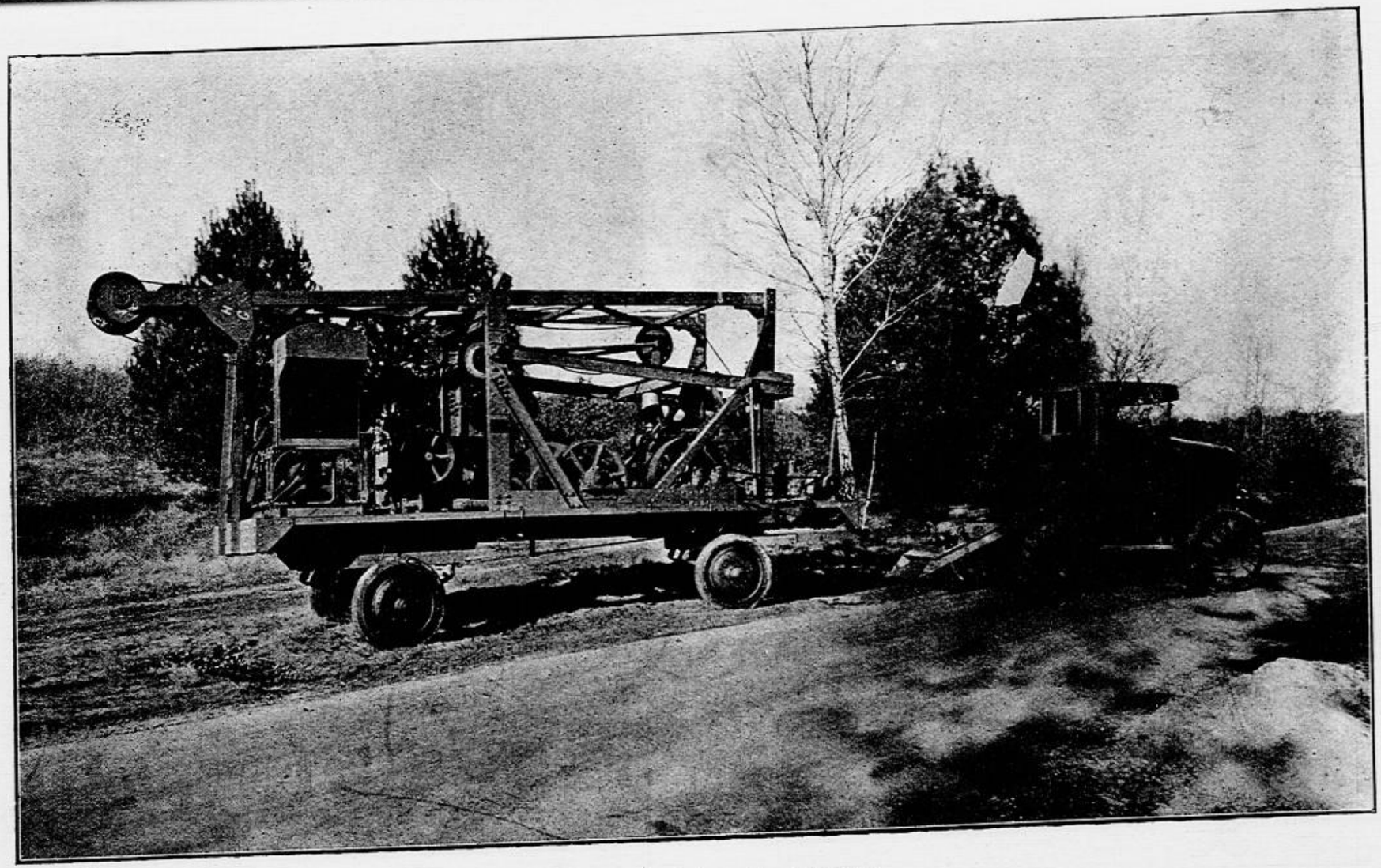
En résumé, la sondeuse devait pouvoir utiliser le procédé du « rotary », le forage par percussion à la corde, le procédé du carottage rotatif.

Les caractéristiques générales de la sondeuse. — Le poids de l'engin devait être tel qu'un tracteur léger puisse le remorquer aisément sur les routes et le déplacer au cabestan, dans les champs. Avec des roues de dimensions ordinaires, le poids total supporté par chaque essieu ne devait pas dépasser 5 tonnes, soit un poids de 10 tonnes pour l'ensemble du véhicule.

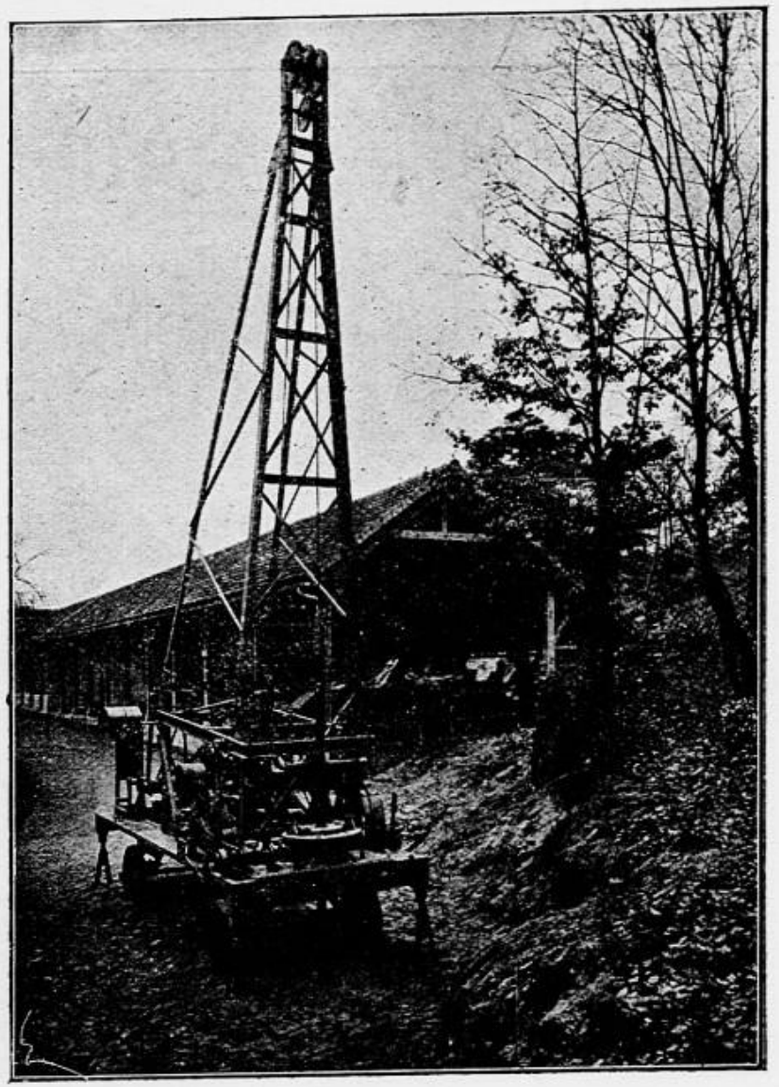
D'autre part, afin de pouvoir, le cas échéant, descendre une pompe de forage dans le trou de sonde, il fallait commencer le forage avec un trépan de 300 mm de diamètre; ce diamètre permettait, d'ailleurs, d'espérer que, même dans les terrains difficiles, il serait possible de terminer le trou de sonde au diamètre de 165 mm.

Avec un diamètre de forage de 300 mm et un poids total de 10 tonnes pour l'ensemble de l'engin, il était possible d'atteindre la profondeur de 200 m.

La description de la sondeuse, ainsi déterminée dans ses grandes lignes, fait l'objet du chapitre suivant.



1. Le déplacement de la sondeuse sur route.



2. La sondeuse vue de face.

3. La sondeuse vue de côté.

CHAPITRE II

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DE LA SONDEUSE MOBILE (1)

Description de la sondeuse.

Pour suivre la description et le fonctionnement de la sondeuse, il convient de se reporter à l'élévation et au plan qui font l'objet de la planche VII.

Le châssis. — Le châssis, monté sur quatre roues, est constitué par deux longerons, entretoisés par trois traverses; il supporte le moteur (1), l'arbre de commande général (2), l'arbre de battage (3), le treuil (4), le tambour de curage (5), le balancier (6), la table de rotation (7), la pompe à boue (8), la flèche (9).

Pour exécuter un forage, le châssis est isolé des roues à l'aide de quatre vérins à vis, d'une force de 5 tonnes, placés à chacune des extrémités des deux longerons.

Le moteur. — Le moteur d'une foreuse doit posséder une grande souplesse; aussi, utilise-t-on généralement la machine à vapeur, beaucoup plus souple que les moteurs électriques et que les moteurs à combustion interne. Malheureusement, les machines à vapeur sont incommodes, en raison de leur encombrement et de leur poids; d'autre part, le moteur électrique est à écarter parce que les lignes de transport d'énergie électrique ne passent pas, en général, à proximité des forages. Il ne reste donc que les moteurs à combustion interne pour équiper une sondeuse mobile; dans l'état actuel de la fabrication de ces moteurs, le moteur Diesel

(1) La sondeuse destinée au Service des dérivations des eaux de la Ville de Paris a été construite par M. Brochot, ingénieur-constructeur, entrepreneur de sondage, 69, rue Rochechouart à Paris, dans ses usines de Gargan (Seine-et-Oise).

est moins souple que le moteur à essence; aussi, la sondeuse a-t-elle été munie d'un moteur à explosion, peu encombrant, à plusieurs cylindres verticaux, léger; ce moteur nécessite une réduction de vitesse par engrenages et une transmission intermédiaire avec embrayages.

Le moteur utilisé est un moteur à quatre cylindres « Aster » de 30 CV., à la vitesse de 1.400 tours-minute. Sa vitesse minimum d'utilisation est de 1.100 tours-minute; il lui correspond une puissance de 18 CV.

Ce moteur est muni d'une poulie-tambour (10), qui reçoit, d'une part, la courroie de commande de la pompe (8), et, d'autre part, la courroie de l'arbre de commande général (2).

L'arbre de commande général. — Cet arbre (2) tourne normalement à la vitesse de 300 tours-minute; il est maintenu par trois paliers et porte la poulie de commande (11), solidaire de l'arbre.

L'arbre peut entraîner :

— un pignon denté (12), engrenant avec la roue dentée (13) qui porte le maneton sur lequel est fixée la bielle (14) de commande du balancier; ce pignon est mis en mouvement grâce à l'embrayage (15) qui peut le solidariser avec l'arbre (2);

— un pignon à coins (16), qui constitue, avec la roue à coins (17), excentrable, un embrayage commandé par le levier (26);

— un pignon denté (18), entraînant, par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle, le treuil (4); ce pignon peut être mis en mouvement grâce à l'embrayage (19);

— un pignon (20) de chaîne de Galle, entraînant la rotative (7) par l'intermédiaire de la roue (21); la mise en mouvement s'effectue par l'embrayage (15).

L'arbre de battage. — L'arbre de battage (3) porte, à une extrémité, la roue dentée (13) commandée par l'arbre de commande et qui tourne à la vitesse de

56 tours à la minute; sur cette roue, est fixé un maneton. A l'autre extrémité de l'arbre, se trouve un deuxième maneton. Ces deux manetons entraînent les deux bielles (14) de commande du battage.

Le treuil. — La longueur du treuil (4) est de 730 mm; son diamètre a été porté à 300 mm pour réduire la fatigue du câble causée par les enroulements et les déroulements; les joues de ce treuil sont en acier, pour éviter les éclatement dus à l'échauffement provoqué par le frottement du frein. Une de ces joues porte le tambour de frein (22). A l'autre extrémité du treuil, se trouve une roue (23) dans laquelle s'engage une vis (24), commandée par la manivelle (25). La vis (24) peut se bloquer par le levier (25) pour verrouiller le treuil à une position fixe.

Le tambour de curage. — Le tambour de curage (3), commandé par le pignon à coins (16) et la roue à coins (17), peut être mis en mouvement grâce au levier (26) commandant l'arbre excentré qui met les coins de la roue et du pignon en prise; en agissant en sens inverse sur le levier, on applique la roue (17) sur un sabot qui provoque le freinage.

Le balancier. — Le balancier ordinaire a été éliminé parce qu'il était trop lourd. Le battage se fait par le système de la poulie mobile; ce système consiste en une poulie à gorge (28) fixée sur un balancier (6) qui oscille, dans un plan vertical, autour de l'axe (27); le câble part du treuil (4), passe sur la poulie arrière (27), sous la poulie mobile (28), puis sur la poulie centrale (29) de la tête de flèche et redescend verticalement pour se fixer sur la tête de la tige de charge du trépan. Le mouvement d'oscillation du balancier autour de son axe (27) est provoqué par les deux bielles (14) articulées sur les manetons de l'arbre de battage (3). Ce mouvement d'oscillation, en déplaçant la poulie (28), provoque alternativement la levée et la chute du trépan.

Le maneton de la roue (13) peut occuper, sur le rayon de cette roue, trois positions qui correspondent à des chutes de trépan de 350 mm, 500 mm et 650 mm.

La table de rotation. — Comme elle supporte les violentes réactions de la machine et du trépan, elle a été construite en acier moulé; son poids total est de 850 kgs. Elle se compose de trois pièces :

a) un socle portant un chemin de roulement à galets et formant boîte à huile;

b) une table tournante, reposant sur les galets de roulement; elle porte deux demi-couvercles basculants, permettant de dégager un passage libre de 350 mm de diamètre; lorsqu'ils sont rabattus, ils présentent un dégagement carré qui provoque l'entraînement de la barre carrée de rallonge;

c) un arbre d'entraînement portant à son extrémité un pignon d'angle qui attaque la couronne dentée de la table tournante à l'autre extrémité, cet arbre porte un pignon (21) entraîné par une chaîne de Galle et la roue (20); un embrayage à dent, commandé par un levier (31), est engagé à l'arrêt et la mise en route se fait par l'embrayage (15) et le levier (32).

Le pignon (21) est remplacé par un autre plus petit lorsqu'on fait du carottage, afin d'obtenir une vitesse de rotation plus grande; la table de rotation a donc deux vitesses de rotation :

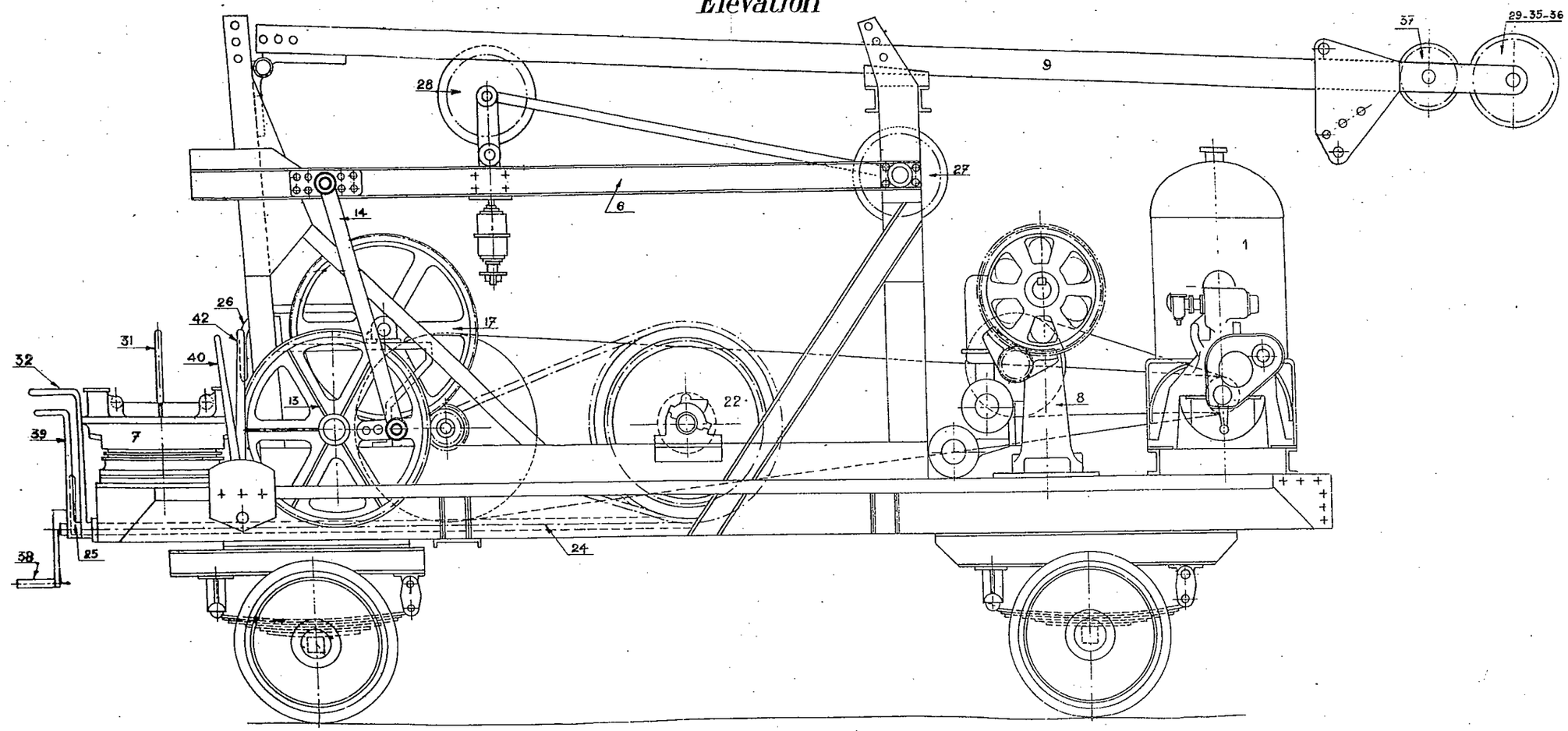
— pour le rotary, la vitesse de 40 tours à la minute;

— pour le carottage, celle de 100 tours à la minute.

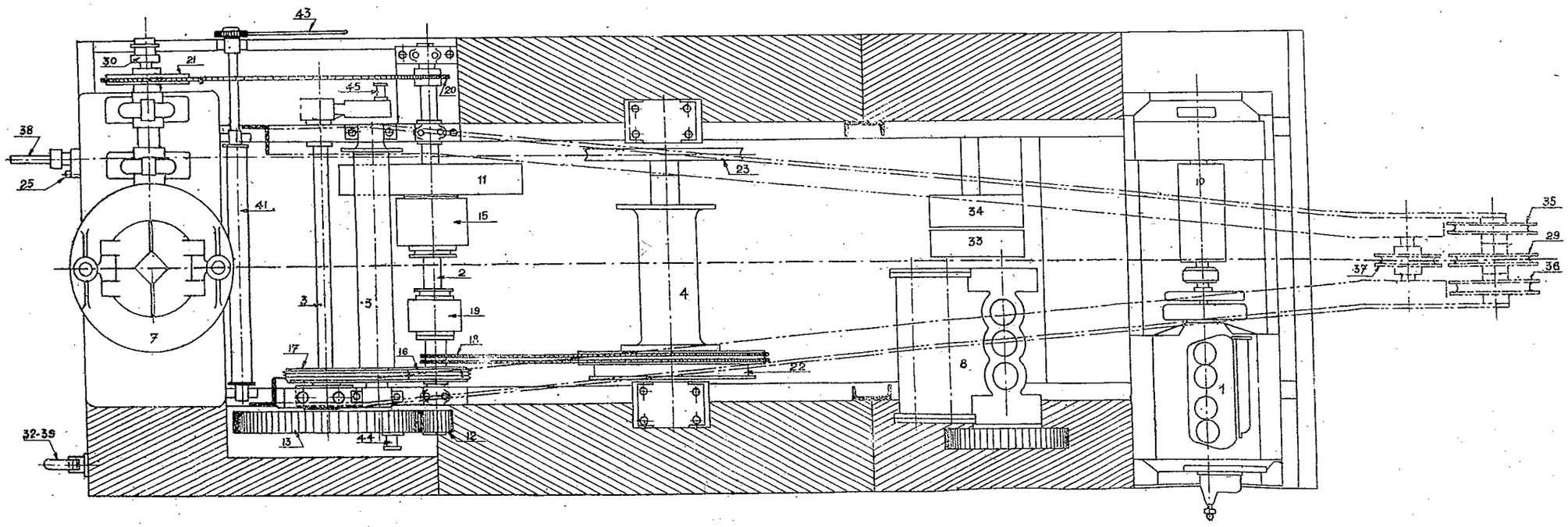
La pompe à boue. — La pompe à boue (8) a été l'objet d'un soin particulier, étant donné qu'elle assure le pompage d'un liquide circulant rapidement et chargé de matières solides.

La pompe est du type « Triplex » à pistons plongeurs; les cylindres sont au nombre de trois; leur alésage est de 127 mm et leur course de 152 mm. L'arbre vilebrequin tourne à la vitesse de 100 tours-minute.

Elévation



Plan



Les clapets sont de grandes dimensions, étant donnée la nature boueuse de l'eau; aussi leur a-t-on donné 100 mm de diamètre.

Le débit peut atteindre 30 m cubes d'eau à l'heure, à la pression de 21 kg/cm²; bien entendu, elle peut aussi refouler de l'eau claire.

La pompe est entraînée par le moteur à essence, à l'aide d'une courroie et des poulies fixe et folle (33 et 34); la mise en route est effectuée à l'aide d'un levier d'embrayage.

La flèche et les poulies. — La flèche peut être relevée et fixée à sa position de travail par deux fers en U mobiles. Dans cette position, l'axe de la poulie (29) se trouve à 10 m environ au-dessus de la surface du sol; sur cet axe, sont placées trois poulies : la poulie centrale (29) est utilisée pour le battage au câble; les deux poulies latérales (35 et 36) servent pour le forage par rotation, car, avec ce système, étant donné le poids des tiges, il faut moufler à deux brins.

Sur un deuxième axe, est placée une quatrième poulie (37), utilisée pour le curage dans le forage à percussion; cette disposition facilite les manœuvres.

Pour éviter l'usure rapide du câble, le diamètre des poulies a été porté à 470 mm; elles ont été disposées de façon à avoir des brins de câbles droits entre ces poulies et le palan des tiges de sonde, ce qui permet de monter l'équipage plus près de la tête de flèche, sans tordre les câbles.

Les câbles. — Ils sont au nombre de deux.

L'un a 17 mm de diamètre et 250 m de longueur; sa charge de rupture est de 17 tonnes; il est utilisé pour le battage à la percussion et pour maintenir les tiges de sonde du rotary.

Le deuxième a 8 mm de diamètre et 250 m de longueur, Sa charge de rupture est de 4 tonnes; il est utilisé pour le curage.

L'attache du câble comporte une liaison par cône et câble détordu.

L'équipage de forage au rotary. — La tête d'injection a été exécutée en acier, afin d'obtenir une plus grande légèreté; le joint comporte un roulement à billes; le raccord à la pompe d'injection est constitué par un tube de caoutchouc armé. La barre d'entraînement, à section carrée, a une longueur de 4 m; cette barre est entraînée par la table de rotation.

Les tiges creuses, ou tubes de forage, sont en acier et sans soudure; leur diamètre extérieur est de 89 mm et l'épaisseur de 6 mm; les éléments, de 6 m de longueur, sont au nombre de 33; ils permettent donc de constituer une tige de sonde de 200 m de long; on dispose également d'éléments de 3 m, de 2 m et de 1 m de longueur. L'assemblage de ces tiges s'effectue à l'aide d'un filetage d'une conicité de 6,25 %. Le poids des tiges de sonde est de 12 kgs 650 au mètre linéaire.

Les outils de travail. — Pour le battage par percussion, les trépans ont des diamètres de 300 mm, 250 mm, 200 mm et 165 mm; leurs poids respectifs sont de 200 kgs, 175 kgs, 150 kgs et 120 kgs. Les barres de charge de ces trépans ont des longueurs de 3 m 25, pour les deux premiers diamètres, et de 3 m 55, pour les autres; leurs poids sont de 325 kgs et de 235 kgs.

Pour le curage, on dispose de cuillers de 230 mm et de 110 mm de diamètre; ces cuillers sont du type à gobelet boulet; elles pèsent respectivement 200 kgs et 140 kgs.

Pour le rotary, les trépans sont également établis pour les 4 diamètres de 300 mm, 250 mm, 200 mm et 165 mm indiqués ci-dessus. Leurs poids respectifs sont de 170 kgs, 130 kgs, 100 kgs et 70 kgs. Ils sont du type « queue de poisson »; l'acier est spécial; ils portent, de chaque côté, l'orifice d'arrivée de l'eau injectée. Les barres de charge de ces trépans ont des longueurs de 3 m 500, pour les deux premiers diamètres, et de 3 m 800,

pour les deux autres; leurs poids sont de 350 kgs et de 250 kgs.

Le carottage a été prévu pour les diamètres de 240 mm et de 135 mm; pour chacun de ces diamètres, l'outillage comprend une couronne à grenaille, une couronne dentée pour terrains tendres, un tube carottier long, de 2 m 70 de longueur, un tube carottier court, de 1 m de longueur, un tube à sédiment et un raccord union.

Pour l'alimentation en grenaille d'acier de 3 mm de diamètre, et en quartz, le dispositif est du type à sas avec deux robinets.

Les outils de sauvetage. — Ils comprennent : un cône taraudé ou cloche pour tige pleine, un taraud pour sonde creuse, une caracole ou crochet de sauvetage pour tiges pleines, un harpon pour câble et un coupe-câble.

Les tubes utilisés. — Il a été prévu l'utilisation des tubes suivants :

TUBES DE COFFRAGE en tôle d'acier rivés (éléments de 1 m 50 de longueur)			TUBES DE CAPTAGE en acier et manchons filetés (éléments de 6 m de longueur)		
Diamètre intérieur	Épaisseur	Diamètre extérieur	Diamètre intérieur	Épaisseur	Diamètre extérieur du manchon
305 mm	3 mm	330 mm	255 mm	8,9 mm	298 mm
250	3	280	202	7,7	243
205	3	240	162	7	194,5
165	3	200	130	5	155
130	3	160			

Le fonctionnement de la sondeuse.

1° *Déplacement sur route.* — En position de route, l'encombrement de la sondeuse est défini par les dimensions suivantes : longueur : 6 m 40; largeur : 2 m 26; hauteur : 3 m 50.

Son poids est de 10.000 kgs, dont 5.300 kgs sur l'essieu avant et 4.700 kgs sur l'essieu arrière.

L'empattement est de 3 m 90 et la voie de 1 m 82. Les roues, à bandages caoutchoutés pleins, ont 0 m 18 de largeur de jantes; elles sont munies de ressorts de suspension. L'essieu arrière est fixe et porte les tambours de freins; l'essieu avant est pivotant et les roues peuvent s'effacer sous le châssis, dans les virages.

Sur route, l'engin est remorqué par un tracteur « Latil », type KTL, à 4 roues motrices et directrices; les roues de ce tracteur sont simples, à pneumatiques et équipées avec des disques à palettes d'adhérence, pour service mixte de route et de terrain varié. L'empattement est de 2 m 30 et la voie de 1 m 50; le rayon de virage minimum est de 3 m 50.

Le poids mort de ce tracteur est 2.500 kgs, dont 1.400 kgs sur l'essieu avant.

Il peut remorquer un poids de 10 tonnes sur une rampe de 10 %. Le moteur possède une puissance fiscale de 13 CV. et une puissance nominale de 33 CV.

Il y a 3 vitesses avant de route, 3 vitesses avant de terrain varié, une marche arrière de route et une marche arrière de terrain varié. La vitesse maximum en palier est de 25 km à l'heure.

Un cabestan, monté sur le châssis, permet de réaliser un effort de traction de 2.500 kgs; pour la manœuvre au cabestan le tracteur est muni d'une bêche spéciale.

Les freins de la remorque sont commandés de la cabine de conduite du tracteur.

Un camion emporte les barres de sonde, d'un poids total de 2.500 kgs, ainsi que les outils de travail, de sauvetage et tout le matériel accessoire d'un poids total de 1.500 kgs.

2° *Fonctionnement en forage par percussion au câble.* — Le châssis est isolé des roues de suspension et

soutenu à l'aide des 4 vérins à vis. L'axe de la table de rotation est placé sur la verticale du trou à forer.

La flèche est relevée et fixée à sa position de travail; la disposition du câble est celle qui a été indiquée au paragraphe relatif à la description du balancier; la tête de charge du trépan traverse la table de rotation par l'ouverture ménagée à cet effet.

A l'aide du levier (42), on engage, à l'arrêt, les dentures de la roue (13) avec celles du pignon (12); les manetons (44) et (45) ont été placés à celle des positions qui correspond à la hauteur de battage nécessaire.

Le moteur est mis en marche; l'entraînement de la roue (13) est provoqué par l'embrayage (15). Le mouvement vertical de la poulie (28) du balancier produit la chute et le relevage du trépan. Le nombre de chutes du trépan est, normalement, de 56 par minute.

La position du trépan en profondeur est fixée par la longueur du câble et, par suite, par la position du treuil; pour effectuer le battage à une profondeur donnée, le treuil est fixé dans la position correspondante, grâce au levier (25) qui bloque la vis (24) engagée dans la roue à vis (23). Pour l'avancement du trépan, on agit sur la manivelle (38) qui actionne la vis (24).

Pour le relevage, on actionne l'embrayage (19) par le levier (39); le treuil se met à tourner; pour l'arrêter, à un endroit quelconque de la course, on débraye par le levier (39) en actionnant, en même temps, le frein (40).

Le curage s'exécute à l'aide du tambour de curage (5), sur lequel s'enroule le câble de curage; celui-ci passe au-dessus de la poulie (37), placée à la tête de la flèche, puis descend verticalement pour s'accrocher à la cuillère. La mise en marche du tambour de curage est assurée par le levier (26).

3° *Fonctionnement en rotary.* — La flèche est fixée à sa position de travail; le câble part du treuil (4), sur

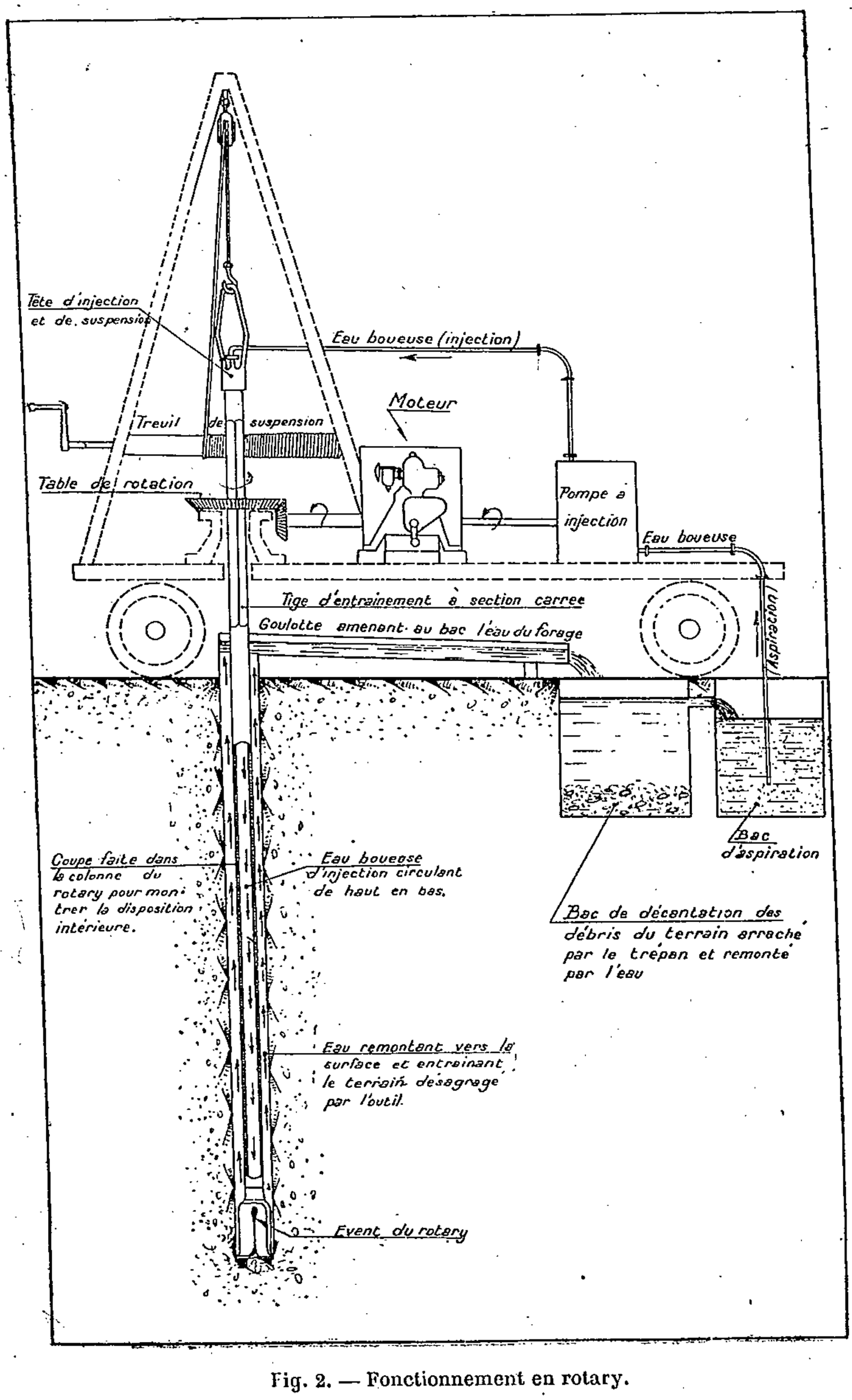


Fig. 2. — Fonctionnement en rotary.

lequel il est enroulé, passe sur la poulie (27) et sous la poulie (28) puis sur l'une des deux poulies latérales (35) ou (36) de la tête de flèche, descend sur la poulie de la tête de sonde, remonte sur la deuxième poulie latérale, puis se fixe sur la flèche par vissage de l'attache du câble sur un goujon fixe; on réalise ainsi un mouflage à 2 brins.

La position du treuil, et par suite la profondeur du trépan, est obtenue comme pour le forage par percussion.

La barre d'entraînement de la sonde est engagée dans la table tournante (7) et les deux demi-couvercles rabattus enserrent cette barre.

Par le levier (31), on engage, à l'arrêt, l'embrayage à dents; le moteur est mis en marche; pour entraîner la rotative, il suffit alors d'agir sur l'embrayage (15) par le levier (32). La vitesse normale de rotation est de 40 tours à la minute.

L'avancement du trépan se fait comme pour le forage par percussion.

La pompe à boue est mise en route en agissant sur un levier qui fait passer la courroie de la poulie folle (34) sur la poulie fixe (33). L'eau boueuse est refoulée par le tube en caoutchouc armé qui relie la pompe à la tête de sonde; elle remonte par l'espace annulaire du forage et se déverse dans un bac de décantation, placé près de la sondeuse, où elle abandonne les matières en suspension provenant de l'attaque du trépan. Cette eau boueuse repasse, ensuite, dans un deuxième bac où elle est puisée par la crépine de la pompe à l'aide d'un tuyau en acier ou en caoutchouc de 100 mm de diamètre.

4° *Fonctionnement du carottage.* — La disposition du câble, l'entraînement de la sonde, le dispositif d'avancement sont les mêmes que pour le forage au rotary. Mais, comme la vitesse de rotation doit être plus rapide, on remplace le pignon (21) par un pignon plus

petit, en vue de réaliser la vitesse de 100 tours à la minute.

D'autre part, la tête de sonde reçoit deux tuyaux de caoutchouc au lieu d'un seul; l'un d'eux, de 20 mm de diamètre intérieur, est utilisé pour l'introduction de la grenaille; l'autre, de 55 mm de diamètre, sert pour l'introduction du quartz.

Lorsque, dans les premiers mètres d'un forage, il est nécessaire de prendre une carotte, il faut appuyer sur la sonde, car l'action de son propre poids serait insuffisante; à cet effet, un câble s'accroche à la tête de sonde munie d'un palonnier; à l'aide d'un levier (43), on agit sur le tambour de tension (41) sur lequel s'enroule le câble dont il s'agit.

5° *Le personnel nécessaire.* — La bonne marche d'un forage dépend essentiellement de la valeur du chef-sondeur; aussi, faut-il désigner pour cette fonction un chef-ouvrier ayant une grande pratique des sondages.

Le personnel nécessaire est le suivant :

a) Pour le rotary et le carottage :

1 chef-sondeur, qui se porte où sa présence est nécessaire.

1 chef d'équipe, chargé du rallongement de la sonde;

3 manœuvres, dont :
- 1 pour l'entretien et la conduite du moteur;
- 1 pour la conduite de la pompe et surveillance des bacs à boue;
- 1 à la disposition du chef-sondeur.

b) Pour le battage par percussion : le même personnel, diminué du manœuvre occupé à la conduite de la pompe.

(*A suivre.*)

Robert JOFFET,
Ingénieur en chef de la Ville de Paris,
Lieutenant de réserve du Génie.

LIVRES

La Défense nationale et ses conditions modernes, par HELLÉ et ACHE (1).

Après avoir examiné, sous un jour paraissant surestimer les possibilités d'action des organismes internationaux, dans quelles conditions une guerre est possible, les auteurs étudient d'abord les éléments constituant la puissance de guerre ou ayant sur cette puissance une influence essentielle, ensuite les moyens d'utiliser ces éléments, dont l'utilisation est assurée par la mobilisation économique.

Cette dernière pose un problème complexe et ayant trait : 1° à la mobilisation industrielle; 2° au ravitaillement; 3° à la main-d'œuvre; 4° aux transports; 5° aux importations; 6° aux ressources financières.

La conclusion de cet exposé des multiples problèmes pour la mobilisation totale d'un pays est qu'il est nécessaire que chacun prenne conscience de ce que le devoir de Défense nationale est une des formes du devoir civique, et que nul ne pourra remplir convenablement les tâches qui peuvent lui incomber que s'il y est préparé.

L'incendie. Comment prévenir les incendies, comment combattre les commencements d'incendies, par A. CHAPLET et J. ROUSSET (2).

Le présent ouvrage se distingue de la plupart des publications concernant l'incendie par le fait qu'au lieu d'être surtout consacré à la lutte contre le feu, il s'occupe principalement de la prévention des incendies.

Dans un premier chapitre, il examine la question des causes d'incendie, ainsi que les propriétés et la valeur comparées des agents extincteurs.

---

(1) Félix Alcan. Prix : 10 fr.
(2) Librairie polytechnique Béranger. Prix : 50 fr.

Il passe ensuite à l'étude des constructions à l'épreuve du feu, des paratonnerres et des rideaux métalliques de sûreté. Vient après l'étude de l'ignifugation, des inflammations spontanées et de leur prévention, du stockage des liquides combustibles, des extincteurs automatiques et portatifs.

Enfin sont exposées en détail les mesures à prendre pour étouffer dès leur naissance les débuts d'incendie, ainsi que les précautions nécessaires pour éviter les incendies dits généraux (habitations, magasins, ateliers, mobiliers, feux de cheminées) et spéciaux (théâtres, cinémas, industries diverses, wagons et bateaux, autos et avions).

Les nombreuses et utiles indications ainsi réunies mettent à la portée des intéressés tout ce qu'il importe de savoir pour prévenir le fléau de l'incendie.

La guerre en action. Rossignol—Saint-Vincent, par le colonel A. Grasset (1).

Il s'agit ici du grand drame de la bataille des frontières : la destruction de la 3e division coloniale par le VIe corps allemand. Échelonnée en formation de route sur une seule colonne d'une profondeur de 15 kilomètres, au moment où elle venait de s'engager dans la forêt de Neufchâteau, elle subit une attaque de front prononcée par la XIIe division allemande en même temps qu'elle était prise en flanc et à revers par la XIe.

L'auteur a tenu à dégager, de l'analyse de ce désastre, les enseignements que comportent les circonstances dans lesquelles s'est produite la funeste surprise, dont l'évolution tragique est due principalement à l'application intégrale de la doctrine de l'offensive à outrance.

L'Armée d'Orient vue à quinze ans de distance (2).

Ce titre a été donné par la *Revue des Balkans* à un numéro spécial formé de la réunion d'articles notes et souvenirs concernant la campagne de Macédoine, l'armée d'Orient et nos alliés serbes.

Portant une préface du maréchal Franchet d'Espérey, ce recueil constitue une documentation très variée et du plus haut intérêt sur les événements qui ont abouti au premier coup décisif porté à la puissance militaire de nos ennemis.

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 20 fr.
(2) Édition de la *Revue des Balkans*. Prix : 25 fr.

Traité d'asphaltage, par Octave HUBERT (1).

Le manque de résistances des chaussées macadamisées aux efforts destructeurs du roulage automobile oblige à employer pour les routes un mode de revêtement capable de mieux résister à l'arrachement des matériaux d'empierrement : le revêtement bitumineux présente une solution satisfaisante de ce problème, laquelle en raison de son prix de revient inférieur à celui du pavage se trouve utilisée dans une mesure rapidement croissante.

Le présent ouvrage étudie successivement les éléments composant les mélanges asphaltiques ou bitumineux (sable, poudre de remplissage, bitumes liquides et solides), l'action du bitume dans les revêtements et la mise en œuvre des mélanges. Un chapitre spécial étudie ensuite les émulsions, utilisées principalement pour l'entretien des routes, enfin un dernier chapitre examine les méthodes d'analyse et de contrôle.

La forte documentation qu'il contient est du plus haut intérêt pour tous ceux qui ont à s'occuper de routes comportant un trafic important.

La bataille des frontières, par le colonel E. VALARCHÉ (2).

Au moment où s'engageait la bataille des frontières, l'État-major français croyait s'être assuré la supériorité numérique sur le front de Belgique; en fait les exécutants eurent la surprise de s'y trouver en infériorité numérique de moitié.

L'objet du présent ouvrage est de rechercher aussi bien les causes de cette surprise que celles de la supériorité numérique allemande sur le front de Belgique; l'auteur cherche à les discerner dans les plans de concentration française et allemande en 1914 et consacre à cette étude la première partie de l'ouvrage intitulée « Le déploiement ». Dans la deuxième partie est exposé le déroulement de la bataille.

La conclusion en est que dans cette première phase de la guerre, grâce aux dispositions prévues par le général Joffre le 24 août, l'opération de débordement stratégique tentée contre l'aile gauche franco-britannique se trouvait manquée et le rétablissement de la Marne était rendu possible.

---

(1) Librairie polytechnique Béranger. Prix : 50 fr.
(2) Berger-Levrault. Prix : 15 fr.

Nouveau lexique technique allemand français et français-allemand, par L. DEMAND (1).

Ce nouveau lexique n'est pas une copie abrégée de dictionnaires déjà existants; le vocabulaire en a été recueilli uniquement au cours de lectures de périodiques et d'ouvrages techniques contemporains et un soin minutieux a été apporté à la correspondance de chaque terme français avec le terme allemand.

La partie allemand-français n'est pas seulement une réplique à la première, mais elle est aussi destinée aux Français connaissant la langue usuelle et qui ont à se servir de termes techniques, c'est pourquoi les termes semblables dans les deux langues n'ont pas été éliminés, puisque l'usager doit être averti du cas où cette concordance existe.

Enfin un appendice contient : une nomenclature chimique, la traduction dans les deux langues des signes de la commission des unités et formules, un tableau géologique et enfin les abréviations courantes dans les ouvrages techniques allemands et français.

LISTE DES OUVRAGES ENTRÉS A LA BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE (GUERRE) PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1932.

A. I. — *Sciences et art militaires.*

A 1 b.

2806. — LÉONTIN (L.). — *Les armements de l'Europe*. Préface de M. Pierre APPELL. Paris, Delagrave, 1932, in-8, carte.

A 1 c.

1704. — LEWAL (Général). — *Le combat complet*. Paris, L. Baudoin, 1898, in-8.

1707. — ESTAUNIÉ (Édouard). — *L'école polytechnique*. Paris, Gauthier-Villars, 1932, in-4 (Société des Amis de l'École).

A 1 m.

3001. — LEWAL (Général). — *La chimère du désarmement*. Paris, L. Baudoin; 1897, in-8.

3002. — VOLKMANN-LEANDER (Bernhard von). — *Soldaten oder Militärs?* Ein Buch zum Nachdenken. 1 Band. Munchen, J. F. Lehmanns, 1932, in-8.

---

(1) Librairie polytechnique Béranger. Prix : 75 fr. relié.

3003. — Mercier (Max). — *Les gueules cassées*. Paris, E. Figuière, 1931, in-8.

3004. — Renaud (Alexandre). — *Chair à canon*. La vie simple des hommes de guerre. Paris, Le Courrier, s. d., in-8.

3005. — Clozier (René). — *Zouaves*. Épopée d'un régiment d'élite. Préface de Jean des Vignes Rouges. Paris, A. Redier, 1931, in-8.

3007. — Ache et Hellé. — *La défense nationale et ses conditions modernes*. Paris, F. Alcan, 1932, in-8.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 e.

4874. — Michel (Commandant René). — *Monthyon. Les 5 et 6 septembre 1914 à la 55e D. R. Un combat de rencontre*. Paris, Berger-Levrault, 1931, in-8, grav., cartes.

4875. — Blin (Colonel). — *Aperçus sur la guerre de 1914-1918*. Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, in-8, cartes.

A 2 g.

4417. — Witte (Karl) (Général major a. D. 3). — *Rheinisches Pionier-Bataillon* Nr. 30. Berlin, G. Stalling, 1928, in-8, cartes.

4431. — Leipold (Arthur) et Tröbst (Hans). — *Das Posensche Pionier-Bataillon* Nr. 29 und seine Kriegsformation Res. Pion.-Batl. 33, Pion. Komp, 107, 361 und 401, Pion. Bel. Tr. 10 und 29. Berlin, W. Kolk, 1932, in-8.

4432. — *Das Ehrenbuch der deutschen Pioniere*. Berlin, W. Kolk, s. d,-4 in., grav.

A 2 n.

2276. — Perrot (B. et H. de). — *Un soldat chrétien, Raymond Perrot (1900-1925)*. En pleine mêlée marocaine. Préface du maréchal Lyautey. Paris, Berger-Levrault, 1926, in-8.

2277. — Danilov (Gabriel-Youri). — *Le premier généralissime des Armées russes. Le grand-duc Nicolas*. Son tôle dans la guerre mondiale (1914-1915). Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

C. — *Sciences.*

C 2 c.

133. — Pérignion (Jean). — *Théorie et technologie des engrenages*. Préface de Raoul Bricard. T. I. Paris, Dunod, 1932, in-8.

C 2 e.

43. — *Journal de l'École polytechnique* publié par le Conseil d'instruction de cet établissement. IIe série, 29e cahier. Paris, Gauthiers-Villars, 1931, in-4.

C 3 a.

399. — SEILIGER (M.). — *Les moteurs Diesel sans compresseur et les moteurs semi-Diesel*. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. Éd. française revue et augmentée. Paris, Dunod, 1932, in-8.

D. I. — *Sciences géographiques.*

D 1 b.

115. — MARTONNE (Emm. DE). — *Géographie Universelle, t. IV, 2e partie : Suisse, Autriche-Hongrie, Pologne, Tchécoslovaquie, Roumanie*. Paris, A. Colin, 1931, in-4.

D 1 p.

374. — HAYNAUD (Dr Henri), pharmacien major des troupes d'occupation du Maroc. — *Les eaux de Marrakech*. Contribution à l'étude hydrogéologique du Haut-Atlas occidental et de la plaine du Haouz. Lyon, Bosc et Riou, 1915, in-8.

D 1 x.

146. — DUGUID (Julian). — *L'enfer vert*. Relation d'une expédition dans la jungle bolivienne. Traduction de M. CHAULIN. Préface du marquis DE MERRY DEL VAL. Paris, Payot, 1931, in-8.

D. II. — *Sciences historiques.*

D 2 a.

1517. — PIROT (Léon). — *Chroniques de J. Froissart*, t. XII (1356-1388). Paris, H. Champion, 1931, in-8.

2444. — LENOTRE (G.). — *Les derniers terroristes*. Paris, Firmin-Didot.

D 2 g.

426. — ROUX (Georges). — *L'Italie fasciste*. Paris, Stock, 1932, in-8.

D 2 k.

620. — ZAGORSKY (Simon). — *La République des Soviets*. Bilan économique. Paris, Payot, 1921, in-8.

621. — DUGUET (Raymond). — *Un bagne en Russie rouge. Solocki, l'île de la faim, des supplices, de la mort*. Préface de M. Jules CLAINE. Paris, J. Tallandier, 1927, in-8.

622. — KNICKERBOCKER (H. R.). — *Commerce rouge U. R. S. S. contre Europe*. Traduit de l'anglais par Alice GUÉNOUD. Paris, E. Flammarion, 1932, in-8.

D 2 m.

482. — MIRKINE-GUETZEVICH (B.) et TIBAL (André). — *L'Autriche*. Documents de politique contemporaine. Paris, Delagrave, 1932, in-8.

D 2 n.

451. — Chamberlain (B. H.). — *Mœurs et coutumes du Japon.* Traduction par Marc Logé, d'après la 5e édition anglaise revue et augmentée par l'auteur. Paris, Payot, 1931, in-8.
D 2 s.

371 (2). — *La carte de l'empire colonial français.* Paris, G. Lang, 1931, in-4.

403. — *La côte française des Somalis.* — Notice illustrée, juin 1931. Paris, La presse coloniale illustrée, 1931, in-8.

406. — Gourou (Pierre). — *Indochine française. Le Tonkin.* Mâcon, Protat frères, 1931, in-4.

406 (2). *L'Annam.* Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1931, in-4.

406 (5). — Morizon (René), administrateur adjoint des Services civils de l'Indochine. — *Monographie du Cambodge.* Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1931- in-4.

406 (6). — Meyer (Roland). — *Le Laos.* Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1930, in-4.

407 (1). — *Les services militaires en Indochine.* — Troupes du groupe de l'Indochine. Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1931, in-4.

411 (1). — *Réglementation du travail en Indochine.* Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1931, in-4.

412 (2). — *Ile de la Réunion. Côte française des Somalis. Établissements français dans l'Inde.* Paris, Soc. d'éd. géogr. mar. et col., 1931, in-4, grav.

412 (3). — *Établissements français du Pacifique austral. Nouvelle-Calédonie et dépendances. Nouvelles Hébrides. Iles Wallis et Futuna. Établissements français de l'Océanie.* Paris, Soc. d'éd. géogr. mar. et col., 1931, in-4, grav.
D 2 t.

2262. — Johannet (René). — *Joseph de Maistre.* Paris, E. Flammarion, 1932, in-8.

2264. — Valentin (Antonia). — *Stresemann.* Préface d'Albert Einstein. Paris, E. Flammarion, 1931, in-8.

2266. — Perretti (Lydie). — *La mère de l'Empereur, Létizia Bonaparte.* Préface de Pierre Bonardi. Paris, Plon, 1932, in-8.
D 2 u.

1795. — Ferrero (Guglielmo). — *La fin des aventures. Guerre et Paix.* Paris, Rieder, 1931, in-8.

BIBLIOGRAPHIE

Revues civiles

Le Génie civil. — 27 février. — La combustion et le choc dans les moteurs à explosion. — Résultats d'expériences directes. — Les remorques pour le transport des lourdes charges par tracteurs automobiles. — Les dispositifs d'enregistrement et de projection pour le cinéma parlant. — Le « Fathomètre » appareil de sondage acoustique. — L'étude scientifique et le problème pratique de la trempe des aciers. — Projet de mise en valeur de la région du lac de Maracaïbo, au Vénézuéla. — Nouveau procédé d'auscultation des ouvrages en béton ou béton armé et notamment des barrages. — La traction électrique des bateaux sur les canaux. — Le « Plaskon », nouvelle résine synthétique employée dans la construction. — Remise en état et entretien des réseaux aériens de distribution. — La résistance à l'humidité des isolants à base de résines synthétiques. — L'aménagement de la chute de Jousseau, sur la Vienne. — La position actuelle des aciers au nickel. — L'utilisation des rayons infra-rouges dans la technique de la signalisation et dans les méthodes de protection. — La construction dans les régions exposées aux tremblements de terre. — La résistance des assemblages en bois, simplement cloués.

5 mars. — La travée basculante à double volée du pont d'Arlington sur le Potomac, à Washington. — Détermination des charges des pieux engagés dans une assise de fondation soumise à une charge résultante excentrée. — Le passage de la potasse des roches dans la terre végétale. — L'orgue électronique, système Compleux-Givelet, de l'église de Villemomble, près Paris. — Les travaux d'asséchement du Zuyderzée (Pays-Bas). — Couplage de récupération pour locomotives électriques à courant continu. — Analyse mathématique des circuits non linéaires. — L'activité agricole et industrielle du Canada. — Le dégagement d'oxyde de carbone au cours du séchage des peintures à l'huile de lin. — Propriétés et applications du magnésium et de ses alliages. — Le « Dynalkol » carburant national de la Tchécoslovaquie. — Parallèle entre l'emploi des grilles mécaniques et celui du charbon pulvérisé,

pour le chauffage des chaudières. — Équipement frigorifique, comportant deux évaporateurs à tensions différentes montés en parallèle système Frick. — Montage d'une lampe à incandescence sur un interrupteur de manière à empêcher la propagation d'ondes parasites. — Moyens actuellement utilisés pour protéger les alliages légers contre la corrosion. — Les effets destructeurs du tremblement de terre de la Campanie (23 juillet 1930), notamment sur l'aqueduc des Pouilles. — Nouveau type de pont en arc construit à Kali-Progo (Java).

12 mars. — Le chemin de fer franco-éthiopien. Ligne de Djibouti à Addis-Abéba. — Le nouvel équipement à 100 kgs cm² de la station centrale « A » à San Francisco (États-Unis). — Les progrès dans les installations de transport pour matières pondéreuses. — La protection du fer et de l'acier contre l'oxydation, au moyen de peinture anti-rouille. — Tuyaux en « éverite », frettés d'acier. — La durée de la responsabilité de l'architecte et de l'entrepreneur. — La manutention dans ses rapports avec l'organisation du travail. — Considérations théoriques et pratiques sur les convoyeurs à courroie. — Fusibles temporisés, pour la protection des moteurs à courant alternatifs. — L'utilisation des gaz combustibles naturels en Italie. — La construction des foyers en maçonnerie à parois refroidies par l'air. — L'organisation scientifique du travail dans les travaux publics.

19 mars. — La production et l'utilisation mondiale du graphite. — Les gisements du Gomara (Maroc espagnol). — Progrès récents réalisés dans la protection des édifices contre la foudre. — Le traitement des eaux d'égout de Los Angeles en vue de leur transformation en eau potable. — La « qualité de pression » d'un ventilateur. — L'emploi des sels de thallium dans la lutte contre les rongeurs. — L'emploi des câbles isolés à l'huile. — Dynamos à haute tension pour l'alimentation des réseaux de chemin de fer. — Composition, propriétés et applications des principaux aciers inoxydables. — Les recherches sur la mécanique du sol, à l'Institut de Technologie du Massachusetts (E. U.). — Les systèmes de commande des locomotives Diesel-électriques.

La construction moderne. — 13 mars. — La nouvelle gare de Milan.

20 mars. — La protection des papiers et documents contre l'incendie.

27 mars. — Concours Rosenthal. — Épuisement d'une enceinte.

Revue des matériaux de construction. — Mars. — Développe-

ment de l'exploitation du gypse. — Emploi de la chaux et du plâtre en agriculture. — La chaux libre dans le ciment portland et l'inexpansibilité. — Dilatation et sensibilité à la chaleur des briques réfractaires utilisées dans l'industrie du ciment. — L'influence des matériaux de construction sur la peinture.

Le ciment. — Mars. — Propriétés caractéristiques du « Ciment Portland » et leurs conséquences. — Chaussées en béton en une et en deux couches. — Les travaux de bâtiment en hiver. — L'étude d'une nouvelle variable de la résistance du béton. — Plafonds et murs transparents. — Les planchers en béton de types allemands dans la construction du bâtiment moderne. — Le contrôle des constructions immobilières par le Bureau Véritas.

Le constructeur de ciment armé. — Mars. — L'étude expérimentale des systèmes hyperstatiques. — Murs de soutènement et de quais soutenus par des plaques d'ancrage. — Application du théorème de Castigliano généralisé. — Méthode de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales.

La Technique sanitaire. — Mars. — Les ondes porteuses dans l'assainissement. — Le transsaharien et les villes nouvelles coloniales. — L'assainissement des régions rurales en France. — Filtration horizontale d'une eau.

Revue générale de l'électricité. — 5 mars. — Recherches de physique cosmique : les propriétés électriques du soleil. — Un nouveau véhicule à traction électrique par accumulateurs. — Les transformateurs à quatre enroulements de l'usine génératrice de Ryburg-Schwörstadt. — Progrès réalisés dans la construction des machines synchrones. — Quelques dépoussiéreurs des gaz de combustion en usage en Europe. — L'influence des harmoniques dans les réseaux triphasés sur les ondulations de la tension des redresseurs de courant. — L'appareillage électrique comme cause d'accidents dans les installations industrielles et domestiques. — Recherche des moyens employés contre l'évanouissement dans le cas d'antennes de hauteur courante (de quart d'onde) et de plus grande extension horizontale. La précipitation des poussières et des fumées industrielles.

12 mars. — Les perfectionnements du matériel radiologique à l'exposition du troisième congrès international de radiologie. — Brillance, divergence et clarté. — Sur la décharge en haute fréquence. — Variation avec la fréquence de la résistance et

de la capacité internes des valves thermïooniques. — Communications par ondes quasi optiques. — L'usine hydroélectrique de Cize-Bolozon (Ain) de la société l'Énergie électrique Rhône et Jura. — Phasemètre à fer tournant pour circuits triphasés non équilibrés, échelle 360°; — Électrification des hameaux et des fermes isolés dans les réseaux ruraux de distribution d'énergie. — Comparaison entre la vapeur et l'électricité par la commande des machines auxiliaires des usines génératrices. — Calcul et détermination des chutes de tension des transformateurs à trois enroulements. — La commutation dans une commutatrice montée en cascade pour la conversion de courant triphasé en courant continu. — Bobines en zigzag en vue de la réduction des courants de défaut, passant dans le sol. — Signaux lumineux protecteurs de bifurcation de voies uniques pour tramways à traction électrique. — Parasites radiophoniques dus à l'effet de couronne sur les isolateurs. — Les sources d'alimentation de l'arc pour la soudure électrique avec baguette d'apport et, plus particulièrement, les génératrices dites de soudure à courant continu. — La protection contre les rayons X.

19 mars. — Le vibromètre. — Calcul des caractéristiques des moteurs asynchrones à rotor monophasé. — Théorie et technique du volet électrooptique. — Courbes caractéristiques de la cellule rectifiante à aluminium. — Nouveau procédé de toronnage des câbles téléphoniques. — L'usine hydroélectrique de Cize-Bolozon (Ain) de la société l'Énergie électrique Rhône et Jura. — L'autoexitation d'un alternateur par courant alternatif redressé. — Emploi des moteurs triphasés en court circuit dans les installations industrielles. — La régénération des huiles isolantes. — L'adaptation du cracking aux besoins européens.

26 mars. — Les cadres de réception pour champs magnétiques alternatifs à basse fréquence. — Les propriétés thermoélectriques des éléments forromagnétiques. — Propriétés photoélectriques et thermoélectriques du palladium. — La distribution à intensité de courant constante et ses applications à la marine. — Quelques applications du redresseur à vapeur de mercure à grilles polarisées. — Perméabilité relative du fer, du nickel et du laiton pour des champs électromagnétiques à haute fréquence. — Quelques formules donnant l'intensité du champ d'un solénoïde. — Un nouveau système d'unités électriques. — L'oscillographe à rayons cathodiques. — La transmission des mesures à distance par électrodynamomètres à induction.

— Sur un point de stabilité du potentiel d'une électrode isolée d'une lampe triode. — Dispositif sélecteur de fréquence. — Procédé et appareil de séparation magnétique de produits différents mélangés. — Système de protection contre les courts-circuits des réseaux de distribution d'électricité.

L'Industrie électrique. — 10 mars. — La télévision par rayons cathodiques de M. d'Ardenne. — Le capital international dans l'économie électrique européenne. — Les accidents dus à l'électricité. — Observations magnétiques et électriques au Sahara. — Sur une équation différentielle de l'électrotechnique. — Diffraction des électrons par des cristaux uniques.

25 mars — Recherche de défauts à l'intérieur des rails. — Distributions diphasées ou triphasées. — Le capital international dans l'économie électrique de l'Amérique du Sud. — Éclairage des monuments par couleurs fondantes. — Sur la sensibilité des cellules photoélectriques à l'oxyde cuivreux du type à grille de cuivre. — Comparaison avec l'absorption optique et la photoconductivité de Cu^2 O. — Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon. — Sur l'origine de la troisième fréquence fondamentale des quartz piézo-électriques oscillants. — Note sur les propriétés biologiques comparées des courants de haute fréquence et de très haute fréquence. — Sur les inductances mutuelles de fuites magnétiques dans les transformateurs à plusieurs secondaires. — Action d'une différence de potentiel continue sur l'acétone et l'éther.

Recherches et Inventions. — Mars. — Études et essais sur la tenue au feu des matériaux de construction. — Étude méthodique des mousses utilisées dans les extincteurs. — Nouvel extensiomètre pour les recherches sur la résistance des matériaux. — Les accidents dus à l'électricité et les moyens de secours actuels.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — 3 mars. — Madagascar, pays houiller. — Action de la pesanteur sur les courroies. Effet Lewis. — De l'influence de la littérature et des arts sur les découvertes scientifiques.

Procès-verbaux des Séances de la Société des Ingénieurs civils. — 11 mars. — Les ressources mondiales du pétrole.

Arts et Métiers. — Mars. — Arbitrage amiable. — Tunnel de la Croix de l'Orme.

Revue de Métallurgie. — Étude sur les alliages d'argent (1re et 2e parties. — Sur la solubilité du carbone dans le fer et les variations résultantes des propriétés du fer industriel en cas

de traitement thermique au-dessous du point A_1. — Étude d'un acier au C — Cr — Mo à la température ordinaire et à hautes températures. — Sa surchauffe et sa régénération. Bases statiques de la rupture alternée. — La réduction des oxydes de fer par le carbone. — Quelques propriétés du cadmium. — Sur les possibilités des alliages légers dans les constructions navale·.

Revue de la Soudure autogène. — Mars. — La construction des radiateurs en tôle soudée. — La soudabilité des aciers au cuivre.

Revue générale des Chemins de fer. — 3 mars. — Note sur l'emploi des machines comptables. — Emploi de la fiche de débranchement pour le triage des wagons à la gravité.

Annales des Ponts et chaussées. — Janvier. — Février. — Note au sujet des recherches sur l'amélioration des goudrons pour routes au moyen de « fillers » charbonneux. — XV^e Congrès international de navigation tenu à Venise en septembre 1931. — Une méthode graphique pour la résolution des équations linéaires. — Notes sur le calcul des hourdis nervurés. — Le port de Dakar, ses origines, ce qu'il est, son avenir. — Le décintrement du pont de Neuilly (22 septembre 1772).

La Nature. — 1 ^{r} mars. — Les peintures. — Comment le Tonkin lutte contre les inondations. — Le photo-électrographe permet aux aveugles de lire l'écriture des voyants. — Un gibier faucardeur : le ragondin. — Terres vertes et leurs emplois industriels. — 15 mars. — Préparation de l'hydrogène liquide. — L'oscillographe cathodique et ses multiples usages. — Les groupes sanguins. — La stabilisation des navires. — Le nitrate de soude du Chili : Comment il lutte contre le nitrate artificiel. — Le molybdène. — La sonde phonique pour la mesure de l'intensité des sons.

Revue d'Hygiène. — Mars. — La peste dans le département de Constantine.

Chaleur et Industrie. — Mars. — Éditorial. — Les moteurs rapides à injection directe pour l'automobile et l'aviation. — Réflexions sur la Thermodynamique statique. — Détermination des tuyauteries et étude du réglage central dans les installations de chauffage par la vapeur basse pression. — Résolution du problème de l'utilisation comme combustible des coques d'arachides.

Annales des P. T. T. — Mars. — Boulisterie des télégrammes téléphonés à Paris-Central et à Lyon-Central. — Bruits. — L'état actuel du problème de la transmutation artificielle des éléments. — Sur un nouveau montage de poste à batterie

locale. — Sur la réalisation des machines électrostatiques. — Sur des intégrateurs mécaniques à liaison holonomes. — L'équipement radio-électrique de « l'Atlantique ». — La nouvelle station d'émission du poste de radiodiffusion « Radio-Paris ».

La Technique des travaux. — Mars. — La Maison de France. — Le bâtiment de la Conférence du Désarmement à Genève. — La piscine de l'île Sainte-Marguerite, à Budapest. — Un immeuble à appartement, 57, rue Campans à Paris. — Le barrage de Nag Hammadi, en Haute Égypte. — La nouvelle installation de manutention de charbon du port d'Alger. — Les installations de chargement des hauts fourneaux de la Société Hadir, à Differdange. — Constantes du sol.

La Technique moderne. — 1er mars. — La commande automatique des groupes électro-pompes. — Les moyens techniques de défense contre la guerre aérienne. — Point de condensation de la vapeur d'eau contenue dans les gaz de combustion. — Locomotive Diesel Sulzer du South Manchurian Railway. — Quelques autorails récents. — Applications du moteur triphasé à rotor extérieur à la commande des transporteurs à courroies. — L'utilisation des panneaux contreplaqués comme coffrage de béton armé. — Moteur Diesel à grande vitesse et à soupapes latérales. — Ponts submersibles. — 15 mars. — Les procédés modernes de gravillonnage et de sablage des revêtements routiers. — Le dirigeable américain Akron. — Perfectionnement à l'inscription en courbe des essieux par le système d'orientation automatique Liechty. — La commande des interrupteurs par l'air comprimé. — Utilisation d'alliages susceptibles d'émettre des électrons pour la confection d'éclateurs. — Courant électrique produit par les moulins à vent. — Considérations théoriques sur la turbine Kaplan. — Pompe centrifuge pour eau chargée de gravier sable et cendres. — L'emploi de boues colloïdales dans le forage des puits de pétrole. — L'effet Raman et ses applications pratiques. — Conservation des rivets en duralumin dans la neige carbonique. — Bétonnage sous l'eau d'après le procédé Contractor. — Procédé de fabrication d'un nouveau caoutchouc synthétique. — L'état actuel de la vapeur surchauffée. — Méthode électrique pour la détermination du degré hygrométrique, applicable aux machines thermiques. — Fabrication des tubes d'acier par « extrusion ».

Revues étrangères

Bulletin belge des Sciences militaires. — 3 mars. — La bataille du Kemmel (avril 1918). — Pages d'histoire de l'armée belge au cours de la guerre 1914-1918. — Les combats d'Ussoke et Mabama. — Les Acropoles ou la fortification permanente dans l'Antiquité. — Guide du chef de groupe des chefs d'équipe et équipiers au combat défensif.

The Royal Engineers Journal. — Mars. — L'organisation et l'emploi du corps du Royal-Ingénieurs. — Destructions exécutées à Mons pendant la retraite de 1914. — Étude expérimentale de la gravité. — Histoire de la 7e compagnie du Génie pendant la guerre 1914-1918. — Alimentation en eau en campagne. — La construction du pont de Mazaraï. — Un officier subalterne en Irlande pendant les années 1880-1890. — Construction d'un château d'eau en béton armé. — Un pont de pilots en bois dans la haute Birmanie. — A travers le continent vers l'Inde en 1907. — Le soldat topographe et son instruction.

The Military Engineer U. S. A. — Mars-avril. — Topographie avec la chambre photographique à cinq objectifs. — L'aqueduc du Colorado. — Jetées en acier. — Le pont du port de Sydney. — La répartition des eaux des chutes du Niagara. — La faillite des plans de suppression des guerres. — Expériences sur les digues à Milwaukee. — La mesure des sequoias géants. — Le port de Chicago. — Les transports par animaux de bât dans le génie. — Le matériel d'aviation entièrement métallique en Angleterre. — L'aviation dans la lutte contre les incendies de forêts. — L'utilisation militaire du magnétismc terrestre. — Construction d'un pont de pilots militaire. — La Perse dans la préparation de son avenir.

Bellona (Pologne). — Janvier-février. — La question polonaise à la conférence de Spa. — Les plans d'opérations des empires centraux contre la Russie. — Le principe de la liberté d'action du chef comme principe fondamental de la tactique. — Étude de l'organisation militaire des chemins de fer dans la guerre mondiale (1914-1918) et polono-russo (1918-1920).

Revue Militaire Technique Polonaise. — Décembre 1931. — La fortification dans les conditions de guerre de mouvement. — Les équipages de pont des grandes unités dans les armées modernes. — La reconnaissance du terrain pour l'organisation des transmissions. — Sur les différents procédés de radioguidage des avions. — La défense des obstacles artificiels et na-

turels comme moyen de retardement de l'action des autos blindées.

Rivista Militare Italiana. — Mars. — Notre guerre dans la littérature militaire autrichienne et allemande. — Les premières batailles sur l'Isonzo et les autres combats de l'été 1915. — L'activité militaire à l'étranger en 1931. — L'artillerie de montagne dans les opérations alpines.

Schweizerische Monatschrift für Offiziere (Suisse). — Mars. — La carabine suisse modèle 31. — La valeur de l'expérience de la guerre pour l'armement et le tir de l'infanterie. — Le combat de Panasowka le 2/3 novembre 1915. — 6.000 kilomètres-9.000 milles marins. Considération sur la situation politique et militaire en Extrême-Orient.

De Militaire Spectator (Hollande). — Mars. — En marge de la conférence de désarmement. — Dépenses militaires de la Belgique en 1931. — L'attaque d'un bataillon d'avant-garde en terrain accidenté. — Leçons de l'histoire de la guerre.

Vojensko—Technické Zprávy. — Mars. — Développement de la construction des téléfériques militaires. — L'inflammabilité de la poudre sans fumée. — Efforts industriels en Italie pendant la guerre mondiale. — Emmagasinage d s munitions et matières explosives. — Carburant national. — Production de l'essence synthétique. — Char d'assaut amphibie.

Wehr und Waffen (Allemagne). — Mars. — Tir et observation. — Camouflage des positions d'artillerie. — Canons à mission spéciale. — Position auxiliaire. — Le canon d'infanterie L/30 de 4 cm 7 sur affût universel et l'obusier d'infanterie L/13 de 7 cm 5. — L'électrification de l'équipement de l'armée. — Le camouflage rationnel. — L'hygiène du matériel de protection contre les gaz.

Romania Militara (Roumanie). — Février. L'Europe actuelle. — Les auto-mitrailleuses et leur utilisation probable. — La retraite. — Les archives du ministère de la Guerre français. — La guerre et les courants philosophiques psychologiques et sociaux-économiques.

Revues militaires

Revue Militaire Française. — Mars. — La recherche de la décision. — Les fronts de combat. — Comprendre. — La grande guerre sous l'équateur. — Les grandes manœuvres allemandes.

Revue d'Infanterie. — 1er mars. — La prise de contact. Les avant-gardes-Chars d'assaut (fragments). — Les infanteries étrangères

V. — L'infanterie des États-Unis. — La sécurité aérienne de de la Belgique. — Transmissions en montagne.

Revue de la Cavalerie. — Mars-avril. — Les groupes de reconnaissance. — Étude d'un franchissement de rivière par une division de cavalerie. — L'esprit colonial français à travers les âges.

Revue des Forces Aériennes. — Mars. — Observateurs de champ de bataille. — La protection du ballon d'observation. — La rupture des avions en vol. — Sur les relations de l'Aéronautique coloniale avec les sciences géographiques. — Un avion de combat lourd est-il désirable ou nécessaire ? — L'aéronautique et la tactique navale.

Revue de l'Artillerie. — Mars. — Le canon moderne divisionnaire. — Sur la théorie physique (science et philosophie). — Les premiers canonniers aux Colonies (du début du XVII^{e} siècle à 1816). — Encore les coups fusants hauts.

Revue de la Gendarmerie. — 15 mars. — Du rôle de l'avocat dans les instances pénales. — Gendarmes déguisés sous le premier Empire. — L'intervention de la Schutzpolizei en territoire insurgé. — Les procédés modernes de défense contre le cambriolage.

Revue de l'Intendance. — Janvier-février. — L'intendance pendant la conquête de l'Algérie. — Les ressources de l'A. O. F. — Le service de l'Intendance au Levant. — La contribution du Maroc au ravitaillement de la France pendant la guerre 1914-1918. — L'expédition de Chine (1900-1901). Son administration.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET ADMINISTRATIFS

Voir au *Bulletin officiel :*

PARTIE SEMI-PERMANENTE

Arrêté du 5 février 1932 fixant le tarif des frais médicaux en matière d'accidents du travail et rapportant l'arrêté du 26 octobre 1931.

Circulaire du 22 février 1932 nº 2122/K réglant l'admission en situation d'activité des lieutenants et sous-lieutenants de réserve et assimilés demandant, au titre de la loi du 4 janvier 1929, leur admission dans l'armée active.

3 octobre 1928. — École de transmission, tome III, radiotélégraphie, première partie, théorie de la télégraphie sans fil (non inséré).

PARTIE PERMANENTE

Loi du 16 février 1932 portant : 1º déclassement d'ouvrages de fortification : 2º additions et modifications au tableau de classement des places de guerre et postes défensifs de la France.

Circulaire du 20 février 1932 relative aux règles à appliquer au personnel ouvrier lors de l'attribution aux administrations publiques d'un congé pour le jour compris entre un dimanche et une fête légale lorsque celle-ci tombe un mardi ou un vendredi.

Instruction du 22 février 1932 nº 668-3/4 concernant le personnel militaire du 15e régiment du génie, affecté à l'exploitation de la ligne de Metz à Château-Salins, en exécution du traité passé le 22 janvier 1932 entre le ministre de la Guerre et d'administration des chemins de fer d'Alsace-Lorraine.

Circulaire du 23 février 1932 autorisant les corps de troupe à faire usage des fourneaux de cuisine du système Moyse et Verne, constructeurs, demeurant à Lyon, 29, avenue Félix-Faure.

Loi du 18 juillet 1921 relative à l'exécution de travaux urgents pour le stockage des poudres et explosifs de guerre.

Décret interministériel du 21 septembre 1931 portant modifications au décret du 26 mars 1921, créant pour les militaires et marins sous les drapeaux et non pourvus du certificat institué par l'article 2 du décret du 10 mars 1899, un brevet spécial constatant leur aptitude à conduire les véhicules automobiles.

Décret du 17 mars 1932 modifiant l'article 143 du règlement du 3 avril 1869 sur la comptabilité de dépenses du département de la Guerre (paiements d'acomptes).

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

du 1er au 31 mars 1932

ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL

GÉNÉRAL DE DIVISION. — Mutation : M. *Appiano*, commandant supérieur des troupes et services de transmissions, membre du Comité technique du génie (17 mars).

GÉNÉRAL DE BRIGADE. — Mutation : M. *Naquet-Laroque*, commandant supérieur du génie au Maroc (17 mars).

ARMÉE ACTIVE

COLONEL. — Radiation : M. *Hayot*, retraité.

LIEUTENANTS-COLONELS, promus COLONELS (rang du 25 mars 1932) : MM. *Drôme*, comm. le 1er rég. — *Tétevuide*, ministère de la Défense nationale (Guerre), 4e dir., chef du 2e bureau. — *Saintagne*, professeur de fortification à l'École supérieure de guerre (21 mars).

Mutations : MM. *Héliot*, dir. de Tours, prendra les fonctions de directeur au départ du titulaire. — *Girard* (E. G. M.), directeur du génie Montpellier (24 mars).

CHEFS DE BATAILLON, promus LIEUTENANTS-COLONELS (rang du 25 mars 1932) : MM. *Collin*, dir. de Briançon. — *Wernert*, E. M. A., 4e bur. — *Thouënon*, Ministère de la Défense nationale (Guerre), 4e dir., 2e bur. — *Collette*, maison militaire du Président de la République (21 mars).

2e section E.-M. P. : MM. *Pichot*, dir. de Bordeaux. — *Husson*, E.-M. du comm. des troupes et services de transmissions (21 mars).

Mutations : MM. *Payen de la Garanderie*, cheff. de Dunkerque, prendra les fonctions de chef du génie au départ du titulaire.

— *L'Hermier des Plantes*, 7e rég. — *Briand*, 6e rég. — *André* (P. L. T. M.), chef des travaux de fortification de Bitche (7 mars). — *Ramage*, dir. du génie, Grenoble (adjoint au directeur). — *Vallon*, chef du génie, à Lyon. — *Stoltz*, commission d'expériences du génie, Versailles. — *Flahaut*, ministère de la Défense nationale (Guerre), 4e dir. services généraux (21 mars).

Radiation : M. *Huot*, retraité.

CAPITAINES, promus chefs de bataillon : MM. *Grandier-Vazeille*, cheff. de Bordeaux, admis à faire valoir ses droits à la retraite sera rayé des contrôles le 1er avril 1932 (9 mars), (rang du 25 mars 1932). — *Collier*, E.-M. du comm. du génie de la 6e région. — *Chabas*, h. c., chemin de fer de Thiès-Niger. — *Demézières*, cheff. des travaux de fortification de Saint-Avold. — *Gautier*, E. C. M. G. G. — *Antoine*, Ministère de la Défense nationale (Guerre), 4e dir. cabinet du directeur. — *Baudry*, comm. le C. M. G., nº 5 (rang du 27 mars 1932). — *Regnaud*, cheff. des travaux de fortification de Bitche (21 mars).

2e section E.-M. P. G. (rang du 25 mars 1932) : MM. *Lecardonnel*, dir. du génie, Amiens. — *Lécrivain*, dir. du génie, Le Mans (21 mars).

Mutations : MM. *Wolf*, 8e rég., Mont-Valérien. — *Augeai*, 28e rég. — *Leroy*, cheff. du camp de Châlons. — *Mathieu*, cheff. trav. de fort. de Bitche. — *Leguay*, 15e rég. — *Mouray*, cheff. du Mans. — *Lemoniez*, *Pennel*, cheff. du Mans, résid. Chartres. — *Gazanion*, cheff. de Clermont-Ferrand, résid. Saint-Étienne. — *Lignot*, cheff. de Sarrebourg, résid. Sarreguemines. — *Claudel*, *Jeanjean*, cheff. des trav. de fort. de Bitche (7 mars). — *Fievet* (G. P.), serv. du génie, Algérie. — *Faure* (E. M.), C. M. G., nº 5. — *Pillods*, C. M. G., nº 18, Ann. de Saint-Nicolas-du-Port. — *Michel-Béchet*, 7e rég. — *Auproux*, cheff. des trav. de fort., Saint-Avold. — *Creissen*. Ministère Déf. Nat. (Guerre), 4e dir., 2e bur. — *Jautée*, cheff, de Versailles. — *Rousselot*, cheff. de Paris-Nord. — *Veyron-La-Croix*, 8e rég., Mont-Valérien. — *Walter*, cheff. des trav. de fort. de Bitche (21 mars).

2e section E.-M. P. : MM. *Weiss*, dir. du génie de Nancy (7 mars). — *Suchaud*, C. M. G., nº 7. — *Burguière*, cheff. de Montrouge. — *Ode*, E. C. M. de chemin de fer.

Radiations : MM. *Méric*, *Larue*, *Boudard*, retraités. — *Jacquemin*, décédé.

LIEUTENANTS, promus capitaines (rang du 25 mars 1932) : MM. *Courrèges*, instr. prépar. milit. sup., région de Paris. —

Roubinet, cheff. des trav. de fort. Saint-Avold. — *Landreau*, cheff. des trav. de fort. de Nice. — *Allières*, cheff. de Toulouse. — *Barrière*, cheff. de Nice. — *Maurel*, 4e rég. — *Viardot*, 5e rég. — *Dauphin*, serv. des mat. de la fort. — *Bourrély*, instr. à l'E. M. A. G. — *Génelot*, cheff. de Lille. — *Charles*, instr. à l'E. M. A. G. — *Marzin*, 5e rég. — *Boudot*, 1er rég. Besançon. — *L'Herminier*, h. c., serv. des trav. publ. à Madagascar. — *Goux*, *Dupont*, 41e bat. (rang du 27 mars 1932). — *Faure*, cheff. de Bastia (21 mars).

2e section de l'E.-M. P. (rang du 25 mars 1932) : MM. *Garinot*, cheff. du Mans. — *Durand*, E.-M. du comm. sup. du génie au Maroc (21 mars).

Mutations : MM. *Soulier*, cheff. de Verdun. — *Vendeuil*, cheff. de Montpellier. — *Gaumet*, cheff. de Sarrebourg. — *Garinot*, cheff. du Mans. — *Charzat*, cheff. de Sarrebourg, résid. Bitche. — *Guépratte*, cheff. de Sarrebourg. — *Journet*, cheff. des trav. de fort. de Bitche (7 mars). — *Aujoulat*, serv. du génie, Algérie (territoire du Sud). — *Devillas*, serv. de la prép. milit. sup., 13e région, à Saint-Etienne. — *Quéré*, cheff. de Metz. — *Trouillet*, C. M. G., nº 3. — *Roux*, cheff. des trav. de fortif. de Bitche (21 mars).

Sous-lieutenants. — Mutations : Officiers provenant de l'E. M. A. G. : MM. *Chauchoy*, *Touvet*, *Dantu*, *Geais*, 1er rég., Strasbourg. — *Aron*, 1er rég., Besançon. — *Beaulac*, *Hoffmann Long-Depaquit*, *Tassart*. *Guy*, 2e rég. — *Heiser*, *Perreau*, 3e rég., Arras. — *Chaux*, *Pougnaud*, 3e rég., Versailles. — *Jay*, *Heuzé*, *Ribière*, *Benoist*, 4e rég. — *Cachera*, *Lantenois*, *Loriferne*, *Doumenc*, *Léger*, *Olivesi*, *Roques*, *Martin* (R. V. L.), *Jungelson*, *Riquois*, 5e rég. — *Diedisheim*, *Cazes*, *Decelle*, 6e rég. — *Peltier*, *Russo*, *Estrade*, 7e rég. — *Meunier*, *Peyronnet*, 7e rég. (Ponts-lourds). — *Guérin*, *Paimbœuf*, *Schwab*, *Trèves*, *Mallein*, 8e rég., Versailles. — *Laurent*, *Gérard* (F. M. A.), *Depoid*, 8e rég., Mont-Valérien. — *Budon*, *Girardot*, *Bidet*, *Jamme*, *Chenon*, *Juzau*, *Girard*, *Robert* (E. J. J.), 15e rég. — *Peltie*, *Briend*, *Lamarche*, *Wagner*, *Monghal*, *Schaeffer*, *Petry*, 18e rég. — *Cornet*, *Meyrargue*, *Rougeorcil Dubois* (F.), *Matras*, *Durand* (H. P. L.), *Joyeux* (Jean.), *Bouilloc*, 28e rég. — *Rabouille*, 32e bat. — *Kemler*, 34e bat. — *Sabatier*, *Devèze*, 45e bat. (22 mars).

Adjudants-chefs, promus sous-lieutenants (rang du 25 mars 1932) : MM. *Forgeot*, E. C. M. G. G. — *Rampant*, cheff. de Paris-Sud. — *Berger*, 18e rég. — *Macel*, D. M. G., Strasbourg, Annexe d'Épinal. — *Jœts*, 1er rég. — *Marrot*, cheff. de Per-

pignan, affect. cheff. de Nancy. — *Guichard*, 41e bat. — *Blanchet*, 5e rég. — *Gradel*, cheff. de Laon.

DISPONIBILITÉ

CAPITAINE : M. *Bolle*, 3e rég., Versailles (21 mars).

RÉSERVE

COLONELS. — Nominations, colonel retraités : MM. *Tricaud*, E.-M. P. G., 14e région. — *Reymond*, C. M. G., nº 6 (9 mars).

LIEUTENANT-COLONEL. — Mutation : M. *Boubal*, h. c. affect. spéc. tableau 2, Maroc (10 mars).

Nomination : lieutenant-colonel retraité : M. *Batissier*, E.-M. P. G., 20e région (9 mars).

Radiation : M. *Boulanger*, nommé lieutenant-colonel honoraire.

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Nègre*, C. M. G., nº 7. — *Sainte-Claire-Deville*, C. M. G., nº 3 (7 mars). — *Genissieu*, h. c., affect. spéc. tableau 2, région de Paris. — *Durringer*, h. c., affect. spéc. tableau 2, 5e région. — *Martin* (E. E.), h. c. affect. spéc. tabl. 2, Maroc (10 mars).

Nomination, chef de bataillon retraité : M. *Perrin*, C. M. G., nº 5 (9 mars).

Radiations : MM. *Cablan*, *Ducellier*, *Malvos*, nommés chefs de bataillon honoraires. — *Morizot*, *Chaniot*, *Richard*.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Nicol*, E.-M. P. G., 7e région (1er mars). — *Rey*, *Tournier*, E.-M. P. G., 14e région. — *Balzer*, C. M. G., nº 6. — *Fabre*, E.-M. P. G., 16e région. — *Robin*, C. M. G., nº 15 (2 mars). — *Michel*, *Piette*, *Poirson*, h. c., affect. spéc. tableau 2, région de Paris. — *Gibert*, h. c. affect. spéc., tableau 2, 3e région. — *Quiniou*, h. c., affect. spéc. tableau 2, 10e région. — *Boutet*, h. c., affect. spéc., tableau 2, 20e région. (10 mars). — *Hesse*, C. M. G., nº 11. — *Barthélemy*, C. M. G., nº 2. — *Cantarella*, Tr. du gr. de l'A. OR. F. — *Hébert*, C. M. G., nº 15. — *Robert de Beauchamp*, C. M. G., nº 3 (14 mars).

Nominations, capitaines retraités : MM. *Terrasse*, C. M. G., nº 7. — *du Lorier*, C. M. G., nº 6. — *Dézaly*, E.-M. P. G., 15e région. — *Caumont*, E.-M. P. G., 18e région (9 mars).

Radiations : MM. *Philp*, *Euler*, nommés capitaines honoraires. — *Mellon*. — *Laromer* (M. G.), décédé.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM. *Laraignou*, C. M. G., nº 11 (p. o.), (28 février). — *Canonge*, E.-M. P. G., 7e région (1er mars). — *Brats*, *Boulongeat*, *Bourgeot*, *Cochet*, *Dubet*,

Flaud, *Guyot*, *Laurent*, *Tardy*, E.-M.P. G., 14e région (2 mars), — *Goudonnet*, C. M. G., nº 8. — *Bague*, h. c., affect. spéc.. tabl. 1, région de Paris (2 mars). — *Roy*, C. M. G., nº 8. — *Clément*, C. M. G., nº 6. — *Schelameur*, C. M. G., nº 18 (7 mars). — *Dup uy*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, région de Paris. — *Sandret*, h. c. affect. spéc. tabl. 3, 1re région. — *Fesneau*, h. c., affect. spéc. tabl. 3, 2e région. — *Bayor*, *Brigandat*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, 5e région. — *Bonnet*, *Ducoussot*, h. c., affect. spéc. tabl. 2., 6e région. — *Caste*, h. c., affect. tabl., 3, 1re région. — *Marquet*, h. c., affect. spéc., tabl. 2. — *Martin* (P. A. F.), h. c., affect. spéc., tabl. 2., 13e région. — *Bertrand*, h. c. affect. spéc., tabl. 2, 14e région. — *Mérat*, h. c., affect. spéc., tabl. 2. — *Boyer*, *Maubert*, h. c., affect. spéc., tabl. 3, 15e région. — *Leyeal*, h. c., affect. spéc., tabl. 3, 20e région. — *Lanouzière*, h. c., affect. spéc. tabl. 3, Maroc (10 mars). — *Dupuy*, 31e bat. — *Lebourlier*, C. M. G. A., nº 1. — *Bettembourg*, C. M. G., nº 2. — *Laboudette*, C. M. G., nº 3 (p. o.). — *Drogoz*, E.-M. P. G., 1re région. — *Pialoux*, *Nizery*, Tr. du Gr. de l'A. Oc. F. — *Lafitedupont*, *Souloumiac*, 31e bat. — *Joubert*, *Ballard*, Tr. du gr. de l'Indochine. — *Bricha*, *Mougin*, 33e bat. — *Alingry*, C. M. G., nº 15 (p. o.). — *Comot*, C. M. G., nº 15 (p. o.). — *Ballif*, C. M. G., nº 4. — *Langlois*, C. M. G., nº 8. — *Simonin*, *Huc*, C. M. G., nº 28. — *Marty*, C. M. G., nº 48. — *Duquesnel*, C. M. G., nº 3. — *Marcé*, 51e bat (14 mars). — *Millour*, *Leduc*, *Vert*, *Jusserand*, *Dumas*, stag. à l'E. M. A. G. sont autorisés à renouveler leur stage d'un an (19 mars). — *Barba*, *Letourneur*, C. M. G., nº 8. — *Bargilliat*, C. M. G., nº 15. — *Gastaud*, C. M. G., nº 28 (24 mars).

Nominations : MM. *Bou let*, *Novo*, de l'infanterie, respectivement au C. M. G., nº 3, et C. M. G. A., nº 1 (27 février), — *Pitti-Ferrandi*, de l'infanterie au 31e bat. — *Fabrègue*, h. c., affect. spéc., tabl. 2, 15e région (12 mars).

Radiations : MM. *Kleindienst*, *Lefevre*, *Laslandes*, *Dupré*, *Louis*, *Convert* nommés lieutenants honoraires. — *Dumay*, *Laffly*, *Meunié*, *Olivier*, *Le Mercier de Maisoncelle*, *Loisel*, *Moustardier*.

Sous-lieutenants, promus lieutenants (rang du 7 septembre 1931) : MM. *Vuillaume*, C. M. G., nº 7. — (rang du 21 octobre 1931) : *Josse*, C. M. G., nº 11. — (Rang du 27 octobre 1931) : *Vernotte*, C. M. G., nº 4. — *Féry*, *Zimmern*, *Myassard*, *Guérin*, *Bouvy*, *Long*, *Deval*, C. M. G., nº 8. — (Rang du 21 décembre 1931) : *Verdillon*, *Soulier*, C. M. G., nº 4. — (Rang du

22 février 1932) : *Thomas*, *Chassagnette*, *Honschoete*, *Mathieu*, *Veyrie de Recoules*, *Schultz*, C. M. G., nº 1. — *du Bourg du Bozas* (E.), *du Bourg de Bozas* (G.), C. M. G., nº 8. — *Foucaud*, *Cartal*, C. M. G., nº 9. — *Loquineau*, *Istria*, *Picard*, C. M. G., nº 15. — (Rang du 1er mars 1932) : *Epron*, stag. au 31e bat (27 février). — (Rang du 27 octobre 1931) : *Fournier Pautrot*, *Varnier*, C. M. G. A., nº 1. — (Rang du 6 novembre, 1931) : *Lenoël*, C. M. G., nº 28. — (Rang du 7 décembre 1931) : *Lévy*, C. M. G. A., nº 1. — (Rang du 22 février 1932) : *Desmartin*, C. M. G., nº 2. — *Simon*, C. M. G., nº 8. — *Ricque*, *Faucilhon*, C. M. G., nº 28. — (Rang du 28 mars 1932) : *Renardat-Fache*, stagiaire du 33e bat. (21 mars).

Mutations : MM. *Flamant*, C. M. G., nº 5 (2 mars). — *Puits*, *Thoreux*, h. c., affect. spéc. tabl. 2, région de Paris (10 mars). — *Sorbo*, *de Mesnard*, *Genoud-Prachet*, *Vaille*, *Gillard*, *Perrier*, C. M. G. A., nº 1. — *Teyssot*, C. M. G., nº 4. — *Fournols*, Tr. du gr. de l'A. Or. F. — *Faure*, Tr. du gr. de l'A. Oc. F. — *Bouchon*, Tr. du gr. de l'Indochine. — *Henry*, Tr. du gr. des Antilles (14 mars). — *Bazas*, *Chauvet*, C. M. G., nº 9 (18 mars). — *Tricot*, stag., à l'E.-M. A. G. est autorisé à renouveler son stage d'un an (19 mars). — Officiers sortant de l'E.-M. A. G. division C : MM. *Dubois*, *Bérard*, *Lorin de Reure*, *Drain*, *Marical*, *Louvain*, *Teulière*, *Gréco*, *Peuvergne*, 1er rég. Strasbourg. — *Burdin*, *Claudot*, *Bossavy*, *Kessler*, *Joly*, 1er rég., Besançon. — *Perchenet*, *Jaffre*, *Boisson*, *Châtelain*, *Perrault*, *Lafont*, *Champion*, *Dujardin*, *Crépel*, *Champetier*, *Vieille*, *Hermite*, *Boé*, 2e rég. — *Spinetta*, *Remy*, *Letu*, *Campagnac-Caillet*, *Lecouillard*, 3e rég., Arras. — *Villière*, *Mares*, *Bernardon*, *Moreau*, *Cochepin*, 3e rég., Versailles. — *Coqblin*, *Saint-Pierre*, *Robez-Pagillon*, *Sapin*, *Mirassou*, *Derieux*, *Biétrix*, *Baudry*, *Dutreux*, *Besson*, *Chambre*, *Derion*, 4e rég. — *Chasseraud*, *Boué*, *Maillard*, *Benda*, *Vibert*, *Coudreau*, *Bachelier*, 6e rég. — *Morin*, *Galloy*, *Joyeux* (M.), *Merle*, *Amalbert*, *d'Hauteville*, *Joyeux* (A.), *Maystre*, 7e rég. — *Laporte*, *Feuillade*, *Landel*, *Car*, 7e rég. (p. o.). — *Serin*, 32e bat. — *Ziry*, 34e bat. (22 mars).

Sous-officiers promus sous-lieutenants (rang du 15 mars 1932) : MM. *Martinaud*, *Frigerio*, *Astier-Perret*, *Jèze*, C. M. G., nº 1. — *Philippe*, *Candeau*, C. M. G., nº 2. — *Vasseur*, *Brassart*, *Boudard*, C. M. G., nº 3. — *Claudin*, *Guirandy*, C. M. G., nº 4. — *Blicquy*, *Kérautret*, *Pillet*, *Guittot*, C. M. G., nº 6. — *Parlier*, *Fuillet*, *Courtin*, *Molard*, C. M. G., nº 7. — *Bickert*, *Pérot*, *Le Barbier*, C. M. G., nº 8. — *Labrousse*, *Gradit*, *Faure*,

C. M. G., nº 9. — *Berger*, *Claverolas*, *Zimpfer*, *Desdames*. *Trousson*, *Legras de Grandcourt*, *Rumilly*, *Klaiber*, C. M. G., nº 10. — *Cuoq*, *Valik*, C. M. G., nº 11. — *Graffion*, *Bordes*, *Reboul*, *Friard*, *Tabard*, *Dioudonnat*, *Leroy* (M. M. L.), *Prothin*, *Breuillot*, *Leroy* (R.), C. M. G., nº 15. — *Labrely*, *Pecquet*, *Larcher*, *Richalet*, *Trottier*, C. M. G., nº 18. — *Lauret*, *Caffort*, *Cayrol*, C. M. G., nº 28. — *Le Drezen*, *Pauliac*, *Von-Effenterre*, *Penache*, C. M. G., nº 38. — *Valentian*, C. M G., nº 48. — *Vandenbeusch*, *Lemaire*, C. M. G., nº 58. — *Greget*, *Martin* (E. M.), *Coliac*, *Cernesson*, *Rainero*, *Maugin*, *Ponsich*, C. M. G. A., nº 1. — *Mariani*, *Bilas*, C. M. G. A., nº 4. — *Peggary*, *Dubois*, 31e bat. — *Delagnes*, 35e bat. — *Pradal*, 41e bat. — *Dufourcq*, *Robichon*, 51e bat. — *Saturnin*, E.-M. P. G., 18e région. — *Bauduret*, Tr. du Gr. de l'Indochine. — *Morel*, E.-M. P. G., 20e légion (15 mars).

Le Gérant : R. WALTHER

IMP. BERGER-LEVRAULT, NANCY-PARIS-STRASBOURG. — 1932

La *Revue du Génie Militaire* laisse aux Auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

RÉFLEXIONS SUR LA TECHNIQUE ET L'EMPLOI D'UN GROUPE DE COMPAGNIES DE SAPEURS DE CHEMINS DE FER

SOMMAIRE

CHAPITRE I. — *Les règlements et le rôle du groupe.*

Les règlements de 1914. — La revision des règlements en campagne. — La technique du groupe de compagnies. — La question des travaux de l'arrière.

CHAPITRE II. — *Les missions du groupe.*

Janvier à avril 1915. — Mai à juillet 1915. — Juillet 1915. — Août 1915. — Septembre à décembre 1915. — Janvier 1916. — Février 1916. — Mars 1916. — Avril 1916. — Août 1915 à mars 1917. — Mars 1917 à août 1917. — Août 1917 à août 1918. — Août 1918 à mars 1919. — Mars à septembre 1919.

CHAPITRE III. — *Le mode d'action et les moyens du groupe. — Différences avec les entreprises.*

A. L'état d'esprit des chefs. — B. Les effectifs. — C. Le matériel. — D. Les méthodes. — La méthode par couches. — La méthode à l'avancement. — La méthode par tranches. — Les méthodes mixtes.

CHAPITRE IV. — *Méthodes pour les terrassements de voies ferrées.*

L'instruction des terrassements. — A. Les raccordements. Méthodes d'entreprises. Méthodes militaires. Expériences de Darnetal. Cas des profils en tranchées. — B. Les faisceaux de voies. Méthodes des entreprises. Méthodes militaires. Expériences du groupe de 1915. Méthode des circuits accolés. Détails d'application. Organisation intérieure des circuits. Exemples d'applications.

CHAPITRE V. — *Méthodes expérimentées pour la construction de halles et de quais.*

A. L'évolution entre 1914 et 1918. — B. Les approvisionnements et les types. — C. Les méthodes d'entreprises. Les conditions d'action. Expérience d'Abancourt. — D. Les méthodes militaires. Les avantages initiaux. Expérience de Gravelines. Expériences de Longueau.

CHAPITRE VI. — *Méthodes expérimentées pour la construction de téléfériques.*

Les systèmes français. — A. Les méthodes d'entreprises. Les lignes des Vosges. Le Valtin. Le Hohneck. — B. Les méthodes militaires. Expérience de Kruth. Les projets. L'exécution. Expériences de Bussang.

CHAPITRE VII. — *Méthodes pour la construction de voies normales.*

A. Les méthodes d'entreprises. L'infrastructure. La superstructure. La méthode normale. — B. Les méthodes militaires. L'infrastructure. La superstructure. La méthode par tranches. Les transports de chantiers. — C. Les expériences russes de 1877. : I. La ligne de Bender à Galatz. Les études. L'organisation des chantiers. Les entrepreneurs ou sous-traitants. Les méthodes. L'exécution. Les résultats; II. La ligne de Fratesti à Zimnitza. — D. Les expériences allemandes de 1870. La ligne de Remilly à Pont-à-Mousson. La déviation de Nanteuil. Les déviations de Laversine. — E. Méthodes expérimentées par le groupe en 1915 et 1916 : I. Expérience de Wesserling; II. Expérience de Moreuil. La superstructure par tranches. Les résultats des groupes de Champagne. Comparaison des méthodes; III. Expériences de la Meuse. La ligne 6 *bis*. Le groupe de Dugny. Le groupe de Nettancourt. Les projets d'organisation. Les centres de ravitaillement. Les méthodes de progression. L'exécution. Les résultats. Les études. L'infrastructure. La superstructure. La consolidation et l'entretien. Les bâtiments. Les organes annexes. L'exploitation. — F. Exemples de méthodes diverses (1914-1919) : I. Antennes. Réseau Est. Antenne de Méry. Antennes de la Woëvre. Réseau Nord. Antenne de Moreuil. Antenne des Buttes. Antenne de l'Équipée. Antenne de Faverolles; II. Rétablissement des lignes. Intervention des entreprises; III. Lignes de liaison. Réseau Est. Ligne de Coolus à Saint-Hilaire. Ligne de Bayon à Pont-Saint-Vincent. Ligne de Suippes à Dontrien. Déviation de Ballersdorf. Réseau Nord. Ligne d'Appilly à Coucy. Lignes

de Feuquières à Ponthoile. — G. Le chantier exceptionnel de 1857. La ligne de Châlons à Mourmelon.

CHAPITRE VIII. — *Les méthodes de franchissement des brèches.*

Les opérations. Le matériel et la mise en œuvre — A. Les estacades. Les estacades françaises de la guerre. La méthode par tranches. Les méthodes étrangères. Méthode allemande. Méthode anglaise. — B. Les ponts démontables. Le recours aux entreprises.

CHAPITRE IX. — *Les méthodes d'emploi du personnel.*

Le rôle du chef de groupe. — Les moyens de commandement. — L'utilisation du personnel. — L'emploi des unités spécialisées. — Les sections de maçons. — Les sections d'ouvriers en bois. — Les équipes de levers. — Les compagnies d'exploitation. — Les groupes stabilisés. — Les bataillons organiques.

CHAPITRE I

LES RÈGLEMENTS ET LE RÔLE DU GROUPE

Le régiment unique de sapeurs de chemins de fer qui existait avant la guerre était pourvu, pour les compagnies opérant isolément ou par groupes, de réglements techniques déduits d'exercices et de travaux très limités. La campagne de 1870 avait offert à l'armée française peu d'applications de réparations, de construction, ou d'équipement de voies. L'exécution de plusieurs lignes de pénétration coloniales par des troupes métropolitaines ou par des indigènes, sous la conduite d'officiers formés au régiment, avait constitué une bonne école d'initiative mais ne répondait pas aux conditions de la guerre européenne.

Une instruction d'exploitation pratique, d'ailleurs excellente, était donnée sur le Réseau de l'État à quelques officiers et gradés ainsi qu'à un petit nombre de sapeurs, en supplément des exercices de voies et brèches au polygone de Versailles. Des travaux de voie courante étaient exécutés aussi chaque année, à titre d'instruc-

tion, sur les Réseaux français, par des unités constituées (1).

Quant aux occasions d'opérations réelles, elles se bornaient à quelques ouvrages d'art provisoires demandés par les Réseaux à la suite d'accidents qui nécessitaient des estacades de fortune ou l'utilisation du matériel de ponts militaires démontables.

Nul n'avait prévu que le régiment arriverait à consommer par jour pour son service de guerre jusqu'à 20 km de voies avec tous leurs matériaux et compléments, occupant 450 officiers, 20.000 sapeurs, près de 100.000 auxiliaires, et mettrait en œuvre quotidiennement dans ses travaux accessoires 10.000 m² de planches et 4 km de madriers, soit autant que tous les autres régiments du Génie réunis.

Malgré des éléments d'expériences antérieures si incomplets et si restreints, les règlements en vigueur en 1914 pour les sapeurs de chemins de fer ont constitué, grâce à la conscience profonde de leurs rédacteurs, une base extrêmement précieuse. Dans leur ensemble, ces règlements se sont trouvés bien appropriés au service de l'avant sur les voies exploitables, aux travaux de franchissement des brèches, à la mise en œuvre des ponts démontables, aux reconnaissances, aux projets de tracés.

Pour certaines proportions dans les profils en travers et surtout pour les lignes nouvelles, l'échelle des chantiers envisagés a dû être seulement amplifiée à la mesure des immenses besoins.

En revanche, dans d'autres branches, par exemple pour la création des gares militaires, telles que les régulatrices, les centres de permissionnaires, etc..., pour l'équipement des Réseaux par extensions et ad-

(1) Le régiment à peu près entier avait été employé pendant quelques jours, en 1896, à la création rapide d'une voie dans le camp de Châlons, à l'occasion de la revue passée devant l'empereur de Russie.

jonctions, pour les dispositifs d'exploitation intensifiée sans signaux d'espacement, les cadres du régiment ont dû hardiment improviser des méthodes.

La revision des règlements en campagne. — Le recrutement spécial et la souplesse des cadres du régiment ont rendu possible une adaptation assez instantanée pour conserver à ceux-ci, dans toutes les phases de la guerre, la confiance entière du commandement. Mais, comme il arrive en pareil cas, chacun a tiré isolément expérience et conclusions, pour sa part, des circonstances locales où il se trouvait engagé. La coordination permettant à une autorité centrale de faire profiter de telles leçons pratiques les collègues puis les successeurs de ceux qui opéraient n'aurait pu jouer que plus tard, après que les officiers ayant vécu avec les unités en action, plutôt que dans des États-majors trop distants, eussent été mis à même d'exposer leurs observations (1).

D'ailleurs, avant l'armistice, comment des règlements nouveaux sur ces matières se seraient-ils fait jour? Les conditions d'un enseignement collectif destiné à compléter ou à modifier les règlements de 1914, enseignement qui a donné lieu à tant de documents et d'écoles temporaires pour l'infanterie et l'artillerie entre 1915 et 1919, étaient fort mauvais pour le régiment de chemins de fer.

Il se trouvait, suivant le sort commun à d'autres corps du génie, fragmenté pour toute la guerre en multiples éléments au service de maîtres différents, et occupés sans aucune interruption ni relève permettant de les envoyer en stage d'instruction pour une durée quelconque.

---

(1) Il est défavorable que beaucoup d'officiers du régiment de chemins de fer aient quitté le service en acceptant, après la guerre, dans les réseaux ou dans l'industrie, des situations plus rémunératrices, risquant ainsi de laisser perdre pour l'armée le fruit d'une expérience exceptionnelle par son ampleur et sa durée.

La technique du groupe de compagnies. — Cependant, parmi les formations issues du régiment et susceptibles de réaliser des expériences concrètes dans un but de prévoyance instructive, nous classerions les *groupes de compagnies* mis à la disposition des Commissions de Réseau (1). Chacune de ces formations était, surtout au début, composée en principe de plusieurs compagnies semblables, en nombre variable suivant la mission à remplir (2), et placées sous le commandement d'un officier supérieur.

Celui des groupes auquel nous nous référons dans les réflexions qui vont suivre eut un privilège exceptionnel de mobilité et fut employé presque toujours comme un bloc, sous les ordres du même chef, à des missions complètes et en profondeur, successivement sur des fronts très différents. Le commandant du groupe, chargé de proposer ou d'assurer la répartition de ses compagnies et de tous leurs moyens, dans les diverses phases des actions militaires, restait dès lors à même de provoquer des expériences spéciales à chaque circonstance, puis de codifier provisoirement pour ses unités les dispositions ayant fait leurs preuves.

D'où institution d'une sorte de *technique du groupe*,

---

(1) Presque toutes les unités de sapeurs furent mises, initialement, à la disposition directe des Commissions de Réseau, sans commandement intermédiaire; mais la plupart furent ensuite, progressivement, incorporées à des groupes que les règlements avaient prévus et dont le nombre atteignait une dizaine en 1918.

(2) Chaque compagnie comprenait quatre sections ayant chacune quatre escouades de 16 hommes.

Les trois premières sections, identiques, avaient chacune :

— une escouade d'ouvriers en bois;

— une escouade d'ouvriers en fer;

— deux escouades de poseurs de voie;

et de professions diverses.

La quatrième section comprenait le personnel susceptible d'assurer un service d'exploitation sur une quinzaine de kilomètres, ainsi que divers spécialistes pour la topographie, les études, les projets, et la comptabilité.

La compagnie avait un parc de matériel et d'outillage bien étudié pour parer aux premiers besoins de chantiers très variés.

superposée aux règlements déficients, et dont les applications auraient pu se classer en trois catégories fondamentales.

La première catégorie, concernant l'avant des fronts, comprenait l'exploitation sous le canon, les reconnaissances vers l'ennemi, le rétablissement des coupures de voie courantes, l'aménagement et la réfection des tronçons situés à la limite utilisable des lignes, enfin les destructions en retraite. Technique évidemment spéciale, mais assez bien prévue avant 1914, étroitement liée à la tactique, et à laquelle les règlement, sauf pour la procédure des destructions d'ouvrages d'art, avaient convenablement préparé nos cadres (1).

La deuxième catégorie, intéressant la zone où la circulation n'alimentait que les grandes unités en combat, comprenait les travaux de prolongement, d'aménagement, ou d'exploitation militaire intensive du réseau ferré, la réparation des grandes brèches, la réalisation des dispositifs destinés aux échanges, aux transbordements, aux stockages d'armée.

Technique encore particulière, surtout, en apparence, au point de vue des relations avec les usagers, mais déjà moins subordonnée à l'action directe de l'ennemi. Les règlements, sauf pour la construction des estacades, les ponts démontables, et la pose courante, n'en avaient donné qu'une notion minimisée, incomplète, d'où un champ largement ouvert aux innovateurs militaires.

— La troisième catégorie visait le vaste arrière, sur une profondeur dont la limite s'est reculée de plus en plus : extensions et équipement des Réseaux pour satisfaire aux besoins d'ensemble; travaux tels que l'établissement de faisceaux de voies, l'augmentation des

(1) La question des destructions d'ouvrages d'art, qui avait donné lieu à des critiques justifiées en 1914 et en 1918, a été reprise après la guerre et mise au point dans le Règlement du 22 août 1925 sur la manœuvre et l'emploi du génie, 2e partie, Annexe.

garages, la construction de gares, de grandes halles, de quais provisoires, les doublements, les raccordements, etc...,

Ici les règlements militaires restaient muets.

La question des travaux de l'arrière. — Une question se posait d'ailleurs, et même s'imposait. La technique des travaux d'arrière en campagne est-elle vraiment spéciale au point d'exiger l'intervention des sapeurs de chemins de fer? De non initiés pouvaient penser, puis plaider que plusieurs des opérations de notre deuxième catégorie, et sûrement toutes celles de la troisième, étaient alors, en général, effectuées assez loin pour que l'action de l'ennemi influençât peu leur conduite. De là à conclure que les méthodes à employer sont celles des ingénieurs et entrepreneurs du temps de paix, sous la seule réserve de majorer au maximum l'activité de tous les participants, il n'y a qu'un pas. Ce pas fut franchi en 1917 par le commandement, à l'instigation d'entrepreneurs influents demandant à faire exécuter par la main-d'œuvre civile une grande partie des travaux de l'arrière (1).

Le but n'était pas, *a priori*, de libérer des militaires pour les rapprocher de l'avant. On semblait reprocher à certains organismes des armées d'employer trop de bras et pas assez de machines; de ne pas suffisamment « tayloriser » ou, comme on a dit depuis, « rationaliser » les chantiers. Le service des routes et le service des chemins de fer ont eu surtout à se défendre contre ces tendances.

S'il est hors de doute que tout n'a pas été parfait, que certains chantiers du front et de l'arrière-front auraient gagné (comme d'ailleurs bien des usines de guerre)

(1) Les progrès de l'aviation firent penser plus tard que les zones dites « de l'arrière » se distingueraient de moins en moins au point de vue de l'action adverse.

à être conduits avec plus d'économie de main-d'œuvre, il fallait se garder de généraliser et de prétendre appliquer les méthodes pacifiques comportant prévisions, études et préparations à des travaux de campagne où l'accident, l'inattendu, sont l'atmosphère normale, et où l'urgence talonne tous les échelons.

Le rôle du groupe. — L'improvisation sera toujours un pis aller. Pour en diminuer les chances, il était bien rationnel que le commandement conservât sous la main, sans avoir à les rechercher au moment du besoin par des appels, des pourparlers, ou des concours étrangers aux armées, les moyens nécessaires à des réalisations accélérées (1).

Le groupe de compagnies du régiment de chemins de fer pouvait être considéré, vis-à-vis de la Commission de Réseau à laquelle il était attribué, comme une sorte de « Consortium », d'ingénieurs et d'entrepreneurs, à la fois constamment disponible et constamment en emploi par suite des multiples besoins. Et ce consortium militaire se trouvait bien en face de problèmes différents de ceux qui se posent en temps de paix, puisque la rapidité des réalisations, et non la raison de bénéfice, en était la règle suprême.

Nous essaierons, dans ce qui va suivre, de faire ressortir ces différences.

(1) Pendant la guerre, les Allemands ont confié quelques-uns de leurs travaux militaires de voies ferrées à l'industrie; mais leur cas était essentiellement différent du nôtre (Voir dans la *Revue du Génie* de janvier 1924 l'étude du commandant Bonnet sur la collaboration de l'industrie allemande à la reconstitution des chemins de fer).

CHAPITRE II

LES MISSIONS DU GROUPE

Tout d'abord, l'extrême souplesse de l'organisme ainsi constitué peut ressortir du *curriculum* réel d'un des groupes de compagnies à partir de 1915, époque où ont débuté les plus grands travaux militaires de voies ferrées sur le front français.

Le schéma faisant l'objet de la figure nº 1 indique les zones principales successives de ses opérations.

Le groupe est constitué le 8 janvier 1915 et chargé entre autres, comme première mission, d'établir les installations nouvelles des bases anglaises et belges entre Rouen et Dunkerque inclus. Seuls les chantiers d'Étaples et d'Abbeville, déjà assignés à d'autres éléments, en sont exclus.

Janvier à avril 1915. — Les travaux principaux du groupe comprennent;

Sur le Réseau de l'État :

— le raccordement de Darnetal, en remblai de 8 m de hauteur, utilisé immédiatement par les transports anglais; l'achèvement du pont métallique d'Eauplet, près de Rouen, ouvrages resté incomplet à la mobilisation et destiné à remplacer sur la Seine l'ancien pont en fonte, fissuré, sur la ligne du Havre à Paris;

— la création de la gare régulatrice de Sotteville, avec 16 voies nouvelles, une butte de triage, des annexes, et une estacade sur le Buet, occupant toute la tête du grand faisceau.

— des rectifications aux voies principales, avec substitution de rails de 22 m à l'ancien matériel.

— sur le Réseau du Nord :

— le remaniement complet de la gare de Darnetal;

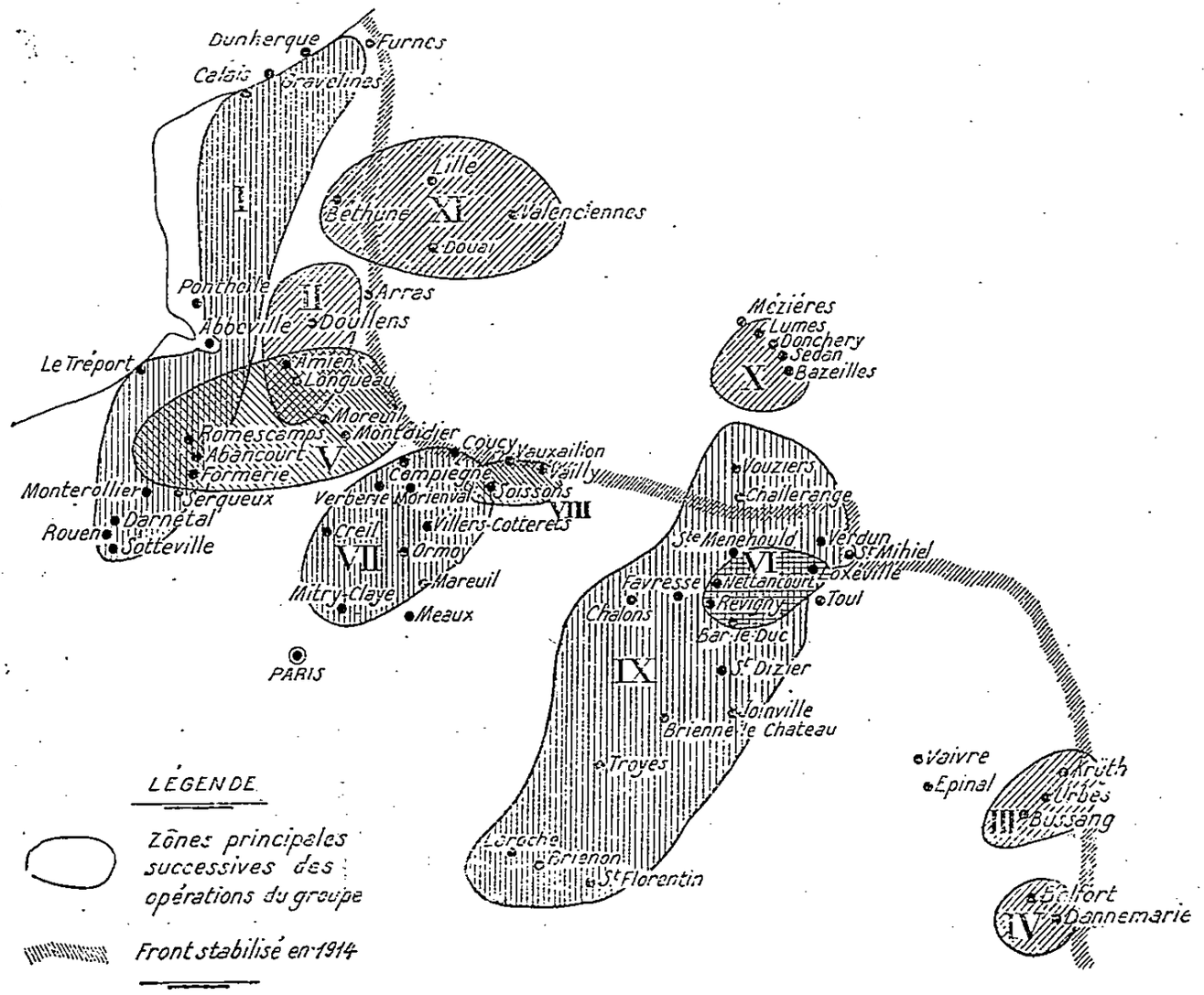

Dunkerque
Furnes
Calais
Gravelines
I
Lille
Béthune
XI
Valenciennes
Douai
Pontrohle
Arras
Abbeville
Doullens
Le Tréport
Amiens
Longueau
Moreuil
Romescamps
Montdidier
Coucy
Vauxaillon
Abancourt
Formerie
V
Compiègne
Vailly
Monterollier
Sergueux
Verberie
Morienval
Soissons
VIII
Darnétal
Rouen
Sotteville
Villers-Cotterets
Creil
VII
Ormoy
Mareuil
Mitry-Claye
Meaux
PARIS
Mézières
Lumes
Donchery
Sedan
Bazeilles
X
Vouziers
Challerange
Ste Menehould
Verdun
St Mihiel
VI
Loxéville
Vavresse
Metlancourt
Toul
Chalons
Revigny
Bar-le-Duc
IX
St Dizier
Joinville
Brienne le Château
Troyes
Vaivre
Epinal
Arûth
Urbes
III
Bussang
Laroche
Brienon
St Florentin
Belfort
IV
Dannemarie
LÉGENDE
Zônes principales successives des opérations du groupe
Front stabilisé en 1914

Fig. 1.

— des travaux divers à Serqueux, Montérolier-Buchy, et autres stations secondaires;

— la création de la grande station-magasin anglaise d'Abancourt, établissement qui n'a cessé de fonctionner pendant la campagne, avec des extensions successives;

— la création des nouvelles gares périphériques de Calais, en particulier des centres de triage de la Rivière neuve, des Fontinettes, du Bassin ouest, de Calais ouest;

— les hangars et installations du Bassin ouest pour l'armée belge;

— le raccordement des Fontinettes;

— le remaniement des voies de quais et des embranchements industriels du port de Calais;

— le raccordement direct Calais-Dunkerque, évitant la ville et franchissant les fossés de l'enceinte sur une estacade;

— la création d'une base belge complète à Gravelines, avec ses voies, ses hangars de 150 m sur 20 m de large, à construire d'extrême urgence en une dizaine de jours;

— la création de voies supplémentaires à Dunkerque et à Coudekerque-branche;

— le raccordement de Coudekerque.

Les travaux furent inquiétés par l'aviation ennemie à Calais, dans plusieurs attaques de jour et de nuit (mais on était alors loin des effets subis en 1917 et 1918). A Dunkerque, le bombardement par gros calibre obligea à reconstruire plusieurs éléments des installations.

Mai à juillet 1915. — A partir du mois de mai, les chantiers d'arrière du groupe sont concentrés autour de Longueau, pour une série d'opérations, entre autres :

— le remaniement de la gare et l'extension des faisceaux de triage;

— la grande halle close de 200 m sur 24 m, ouvrage

le plus important de ce genre improvisé pendant la compagne, et qui fut incendié par l'aviation ennemie deux ans après;

— le nouveau faisceau du quai militaire et le doublement de ce quai;

— divers travaux de voies autour d'Amiens.

Juillet 1915. — En juillet le groupe est chargé d'effectuer le doublement de la ligne de Doullens à Bouquemaison, doublement qui avait été entrepris déjà au sud de Doullens (1).

Août 1915. — Le 15 août le commandant du groupe est envoyé d'urgence dans les Hautes-Vosges, afin d'étudier et de réaliser une série d'installations spéciales, avant l'hiver, pour les besoins de la VII^e^ armée et de la 66^e^ division. Après la reconnaissance en montagne, le groupe se reconstitue dans la région de Bussang et d'Urbés, en Haute-Alsace.

Septembre à décembre 1915. — Le groupe exécute les principaux travaux suivants, dont certains paraissaient étrangers à la mission ordinaire du régiment :

— extension de la gare de Bussang, avec création d'un chantier militaire;

— construction de prolongements à voie normale entre Bussang et Taye, d'une part, et Wesserling et Urbés, sur le versant alsacien, d'autre part;

— raccordement téléférique des réseaux français et alsacien par-dessus le col de Bussang;

— construction d'un téléférique de ravitaillement près de Kruth, pour desservir les combattants des crêtes aux abords de Guebviller.

Ces deux dernières catégories de travaux, effectuées

(1) Le 8 août le groupe reçut de la Commission de Réseau du Nord une lettre de félicitations pour les travaux accomplis jusqu'à ce jour.

malgré des difficultés matérielles et techniques particulières, comportaient entre autres :

— six km de voie normale en montagne, avec 140 m d'estacades sur torrents;

— un transporteur bicâble reliant Taye à Urbés. La ligne sur câble avait plus de 6 km, sur 53 pylônes, la plupart en site abrupt, rachetant des différences d'altitude de 300 m (l'un des pylônes avait 29 m de hauteur). Le câble fut établi pour débiter 600 tonnes par jour, soit le contenu de deux trains, par-dessus le col, et l'installation se trouva prête au début de décembre, avant la date fixée.

— un bicâble analogue de 2500 m, sur les pentes boisées de Breitfirst, rachetant une différence de niveau de 600 m entre les deux stations, dont l'une taillée dans le roc supérieur. Les pylônes, au nombre de 18, dont quelques-uns atteignaient 18 m de hauteur, furent improvisés avec des bois abattus sur place. Un des espacements entre pylônes était supérieur à 500 m.

L'installation, au débit de 400 tonnes par jour, fut prête en novembre, avant la date fixée, malgré les intempéries et le froid qui, à la station supérieure, avait atteint 17° au cours des travaux conduits d'urgence sans interruption (1).

Un troisième téléférique, moins important, fut étudié

---

(1) Des doutes s'étaient élevés sur l'utilisation prolongée du téléférique de Krüth à partir du moment où il serait repéré par l'ennemi. Ce repérage eut lieu pendant la construction. Les chantiers furent bombardés dès le 2 octobre, et la station supérieure, peu avant l'inauguration du service, reçut 200 obus.

La vulnérabilité de l'installation, toutefois, ne fut pas excessive. Au total les tirs subis pendant le fonctionnement coupèrent le câble 20 fois, démolirent 45 wagonnets et abattirent 5 pylônes. Les interruptions du service ne dépassèrent pas une dizaine de jours, et le modèle spécial adopté pour les pylômes permit leur redressement ou leur remplacement en trois jours environ.

Le téléférique fonctionna jusqu'au 5 février 1919. Il avait ravitaillé un effectif variant de 15.000 à 21.000 rationnaires, non compris les transports de munitions.

par le groupe pour desservir les abords de l'Hartmannswillerkopf (1).

Janvier 1916. — En décembre 1915 et janvier 1916, le groupe est chargé, en basse Alsace :

— d'achever et compléter la déviation du viaduc de Dannemarie, franchissant la Largue sur estacades;

— d'étudier et de tracer deux lignes de campagne, l'une devant réunir Montreux à Sentheim par Reppes, Vauthiermont et Morsviller, l'autre rejoindre Pfeterhausen par Jonchery et Rechesy.

Les projets, qui furent complètement rédigés et piquetés, exigèrent des levers et tracés sous le feu de l'infanterie. La réalisation ne put, en conséquence, être assurée que dans une autre phase des opérations militaires.

Février 1916. — Le commandant du groupe est envoyé en mission dans la Somme pour préparation et exécution d'une série de lignes destinées à l'offensive franco-anglaise projetée pour l'été. Le groupe, reconstitué à nouveau sur le Réseau du Nord, assure, entre autres travaux ou études :

— le projet et la mise en train de la gare régulatrice de Romescamps, organe de ravitaillement anglais, entièrement à créer, comprenant 30 voies de formation et 10 voies de garages, avec toutes leurs annexes;

— des doublements de lignes diverses au nord d'Amiens et dans le Pas-de-Calais;

— le raccordement direct entre les lignes Amiens-Rouen et Abancourt-Le Tréport;

---

(1) Ces divers travaux firent l'objet d'un ordre de félicitations adressé au groupe le 18 décembre par le général Serret, commandant la 66e D. I. aux opérations de laquelle ils servirent immédiatement. Le directeur des chemins de fer aux armées y joignit, le 6 janvier 1916, un nouvel ordre de félicitations.

— l'extension de la gare d'Abancourt, construite par le groupe en 1915;

— la mise en train de la ligne militaire nouvelle de Moreuil à Beaucourt avec le pont démontable de 20 m à l'origine, sur l'Avre;

— le projet du prolongement de cette ligne, exécuté plus tard, par Cayeux et Wiencourt, vers Bray-sur-Somme, pour les attaques envisagées l'été suivant (1).

Mars 1916. — Les organisations et travaux de la Somme sont en cours lorsque le commandant du groupe est envoyé d'urgence sur le Réseau de l'Est, dans la zone de Verdun, avec toute mission d'initiative en vue d'établir dans le temps minimum une ligne de secours pour la Place surprise.

Le tracé, dont aucun projet sur le terrain n'avait été préparé (2) devait franchir les vallées de la Dignee, de l'Aisne, et de l'Aire. Sur ces données, le groupe est immédiatement reconstitué dans la Meuse. Il étudie et exécute à la hâte, sur les 47 premiers kilomètres, la ligne de secours, dite 6 *bis*, avec ses diverses branches, pendant la première partie de la bataille de Verdun, en partant de la gare de Nettancourt le 10 mars.

Avril 1916. — La longueur construite à l'avancement vers Verdun atteint son 27e km le 20 avril, sur le plateau d'Evres, où le ravitaillement commence aussitôt par des trains de vivres et des trains de munitions. Fleury-sur-Aire est atteint le 29 avril, au km 32, et une gare importante y est créée. La ligne est poursuivie vers Souilly, puis au delà. Sur le chantier de pose, où quatre compagnies se relaient sans interruption, la

(1) Voir la *Revue du Génie* de janvier 1925 : « Une voie ferrée normale de campagne », par le capitaine Wernert.

(2) Cette communication nouvelle avait bien été prévue dès 1915 à titre d'éventualité, mais sans préparation ni études sur place.

vitesse d'avancement atteint 1300 m par jour. Les 15 derniers km avant la jonction réalisée à Osches avec un autre groupe de compagnies chargé d'un 2e tronçon sont posés sans relève par la même équipe de sapeurs en quatorze jours (1).

Deux embranchements joignant Fleury à Clermont en Argonne et Souilly à Dombasle sont également entrepris.

Les terrassements de la ligne 6 *bis* comportèrent en moyenne 8 à 12 m cubes par m courant.

Les types de gares de la ligne furent adoptés pour les organisations offensive de la Somme (2).

Août 1916 à mars 1917. — Au mois d'août, les communications de Verdun paraissent définitivement assurées. Le groupe de compagnies est rappelé sur le du Nord Réseau pour effectuer, jusqu'en mars 1917, les principaux travaux suivants :

— création, à Mitry-Claye, d'une gare de munitions du type dispersé, pour triage et garage de 1400 wagons, avec 6 hangars à quais et des annexes;

— extension de la gare régulatrice de Creil (Petit-Thérain) où d'importants faisceaux, une grande halle et une série d'installations annexes sont ajoutés;

— doublement de la ligne d'Ormoy à Mareuil, pour les courants militaires entre les réseaux du Nord et de l'Est, avec construction de tous les ouvrages d'art permanents et temporaires;

---

(1) La ligne ainsi improvisée en pays accidenté, avec des ouvrages de fortune et dans des conditions de hâte spéciales, tant pour les études que pour l'exécution, a pu ravitailler l'armée de Verdun en temps utile et débiter jusqu'à 903.000 tonnes en un mois. Le maximum réalisé fut de 69 trains en un jour, portant 40.500 tonnes. L'exploitation fut assurée initialement par le groupe lui-même. (Il n'existait pas encore de compagnies de sapeurs d'exploitation.)

(2) Le Président de la République visita les travaux le 28 mai 1916 jusqu'à Verdun et adressa au groupe des félicitations spéciales.

— raccordement direct entre Mareuil et Le Bourget par Ormoy;

— opérations et installations diverses dans les gares du Bourget, de Villers-Cotterets, et dans les stations intermédiaires;

— création d'un faisceau de garage et de triage à Verberie;

— création de l'embranchement de Morienval, desservant à travers la forêt de Compiègne le camp de Champlieu pour la formation et la préparation de l'artillerie d'assaut (chars de combat);

— service d'avant-garde le long du front dans les zones de Ribecourt, de Ressons-sur-Matz et de Soissons;

— évacuations à Soissons où passent les tranchées de première ligne; récupération de matériel roulant, de machines et d'outillage encore laissés dans la ville et aux abords. Ces opérations, exécutables seulement la nuit, étaient sous le feu des mitrailleuses.

Mars 1917 à août 1917. — A partir de mars, période d'avance, le groupe se porte tout entier dans la zone de Soissons. Il assure le service d'avant-garde et la réfection sur les lignes :

— Compiègne à Soissons;

— Villers-Cotterets à Soissons;

— Crouy à Vauxaillon, avec la construction du pont de Villeneuve (80 m en 3 travées solidaires) dont le lancement est terminé le 16 avril (1).

Le groupe effectue :

— l'exploitation partielle à Soissons et au delà;

— la création de la nouvelle ligne de la rive droite de l'Aisne jusqu'à Vailly, par Bucy-le-Long;

— le rétablissement du réseau à voie métrique entre

---

(1) Voir *Revue du Génie* d'avril 1929 : Le franchissement par le rail de la brèche de Villeneuve.

Vic-sur-Aisne et l'Ailette, jusque vers Coucy-le-Château.

Les chantiers de Soissons, de Vailly, de Crécy-au-Mont, de l'Aillette, et de toute la rive droite de l'Aisne étaient fréquement bombardés (1).

Août 1917 à août 1918. — A la fin d'août, le commandant du groupe est rappelé dans la zone de Verdun pour les opérations effectuées par la IIe Armée. Le groupe se reconstitue une troisième fois sur le Réseau de l'Est et y remplit une série de missions dont les plus importantes sont :

— l'exploitation des voies de Verdun et des abords, exploitation spécialement chargée et limitée aux nuits à cause des bombardements incessants, surtout pendant les mois de juillet, août, et septembre;

— le doublement d'une partie du réseau de Verdun entre Nettancourt et Souilly, avec l'extension des installations;

— la création de la ligne de Souilly à Loxeville par Pierrefitte, dont une partie fut établie pour l'attaque de Saint-Mihiel;

— l'extension de la gare régulatrice de Saint-Dizier;

— la création de la grande gare spéciale de Favresse pour le triage des permissionnaires, type nouveau à voie circulaire;

— l'étude et la création d'une série d'organisations d'arrière pour le cas de repli dans la zone comprise entre Châlons, Bar-le-Duc et Commercy;

— l'agrandissement de la gare entrepôt de munitions de Brienne-le-Château;

— le service d'avant-garde entre Sainte-Menehould et Vouziers, avec les éléments de la IVe Armée (armée Gouraud).

---

(1) Ces opérations valurent au groupe un ordre de félicitations du 18 avril du chef de corps et une lettre de remerciements du 14 juillet de la Commission du Réseau du Nord.

Sur le Réseau P.-L.-M. le groupe construit et lance les ponts de Brienon (1).

Les chantiers de Verdun, de Clermont-en-Argonne, et les abords de Sainte-Menehould, étant fréquemment bombardés par l'artillerie et l'aviation, le groupe y subit des pertes.

A l'arrivée de l'armée américaine, le groupe transmet progressivement une partie de son service aux sapeurs alliés, en particulier au 13e régiment du génie.

Il participe aux opérations de Saint-Mihiel, reconstruit entièrement, doublement compris, la ligne de la Meuse entre Commercy et le nord de Verdun, et conserve le service d'avant-garde jusqu'au mois d'octobre le long de la Meuse.

Août 1918 à mars 1919. — Sur la ligne de Sainte-Menehould à Vouziers, dès l'avance de la IVe Armée en juillet, le groupe assure la progression et le rétablissement des voies, en accompagnant pas à pas les divisions et en franchissant les brèches par des ouvrages de fortune. Il reconstitue des gares improvisées sur les emplacements détruits de Cernay, Autry, Challerenge, Saint-Morel, puis devant Vouziers. Il passe alors le service de la zone à un groupe voisin et se concentre sur la Meuse entre Verdun et Mézières, où le trouve l'armistice. Il procéde aussitôt aux réfections importantes des voies et des ouvrages d'art, travaux qui l'occupent tout l'hiver 1918-1919 et comprennent entre autres les

---

(1) Deux ponts de 120 m sur l'Armançon, pour le quadruplement de la ligne entre Laroche et Saint-Florentin. Le réseau P.-L.-M. édifie les piles et culées, à l'entreprise. Le groupe de compagnies fit le montage, le rivetage et le lancement de travures métalliques, soit;

2 travures de 35 m;
4 travures de 17 m 50;
4 travures de 25 m.

Ces travures étaient du type militaire dit « semi-permanent », alors compris dans les approvisionnements de guerre.

grandes estacades de la Meuse à Bazeilles (76 m, à Donchery (109 m) et à Lumes (24 m, 36 m, et 113 m).

Mars à septembre 1919. — Le 24 mars, le commandant du groupe est détaché temporairement à Lille, au service des Ponts et Chaussées, comme président de la Commission de reconstitution des voies navigables de la région du Nord.

La Commission, composée d'un officier supérieur du génie et d'un ingénieur en chef, opére par entreprises civiles, pour restaurer les canaux ou rivières canalisées, dans la zone : Ypres, Hazebrouck, Béthune, Arras, Valenciennes.

La zone est divisée en quinze secteurs attribués à quinze entrepreneurs principaux. L'urgence de ressusciter la vie industrielle d'une région où les transports par eau tiennent une place capitale se présente comme un mobile comparable aux intérêts de la défense nationale et justifie certainement les mesures exceptionnelles (y compris la forme anormale des marchés dits « marchés Claveille ») qui, malgré de vives critiques, ont été adoptées pour ces circonstances par le ministère des Travaux publics. (1).

Période intéressante et fructueuse en enseignements, tant par l'activité des opérations que par les comparaisons entre la conduite des chantiers de guerre et celle des chantiers les plus accélérés du temps de paix, mais dont nous devons ici réserver l'étude.

---

(1) Le programme comprenait entre autres :
— le déblaiement de 222 ouvrages, la plupart métalliques, tombés dans les canaux ou rivières;
— la modification ou le remplacement de 20 ponts de circonstance;
— la suppression ou le remplacement de 63 ponts de guerre anglais ou français;
— la réfection, presque toujours jusqu'aux fondations, de 37 écluses;
— au total 350 chantiers environ à ouvrir et à pousser hâtivement dans des zones sans ressources ni transports normaux.

CHAPITRE III

LE MODE D'ACTION ET LES MOYENS DU GROUPE DIFFÉRENCES AVEC LES ENTREPRISES

Ce qui peut ressortir du curriculum présenté, c'est que le groupe, resté militaire jusqu'en mars 1919, a changé neuf fois de Réseau, une vingtaine de fois de missions, et a été appelé indifféremment pour des faisceaux, des doublements, des raccordements, des lignes nouvelles, des ouvrages d'art, des quais, des halles, des téléfériques, de l'exploitation intensive, des opérations d'avant-garde, etc...

Il a donc bien été traité, pour ses missions d'arrière au moins, comme un consortium industriel. Sans insister sur la souplesse et la mobilité indispensables, que des moyens étrangers à l'armée eussent difficilement procuré, aurait-on pu, en consentant simplement des sacrifices financiers, y substituer un personnel civil aux unités de sapeurs de chemins de fer pour ceux des travaux qui n'étaient pas étroitement liés aux fronts combattants?

D'après l'acquis de cinq années d'action, nous ne le pensons pas. Au contraire, les chantiers d'arrière du groupe devaient rester différents des chantiers d'entreprises;

— par l'état d'esprit des chefs;
— par les effectifs;
— par le matériel;
— par le méthodes.

Nous voudrions aussi essayer de rendre ces particularités tangibles en citant des exemples tirés d'expériences personnelles effectuées à l'occasion de la guerre, et par l'examen de quelques autres cas réels.

A. — *L'état d'esprit des chefs.*

De hautes autorités militaires, en dehors de l'arme du génie, ont formulé à plusieurs reprises, depuis 1919, de nombreux arguments en faveur d'une technique qui serait particulière aux travaux de chemins de fer en campagne (1). Ces arguments prennent pour base, en général, les conditions matérielles des travaux en cause. Mais, sur un plan supérieur, la nécessité d'une différence profonde entre la mentalité de l'officier du génie et celle de l'ingénieur ou de l'entrepreneur civils doit retenir l'attention.

Nous l'avons dit ailleurs : l'officier aperçoit le but à atteindre comme une condition du salut national. En guerre ce but est proche, souvent immédiat, toujours imposé par des circonstances brusquement changeantes. L'économie des moyens, les formes et procédures, s'effacent devant la fin qui justifie seule le choix des solutions, et celles-ci doivent faire hardiment appel aux sciences les plus avancées. C'est bien le *temps de réalisation* qui va tout dominer, puisque l'œuvre plus parfaite livrée un jour plus tard pourrait faire échapper la victoire (2).

Rien de semblable pour l'ingénieur et pour l'entrepreneur de chemins de fer. Comme dans toute industrie, ils sont formés sous la dépendance des procédures complètes : études, projets, délibérations, approbations, formalités, réunion des moyens, et enfin exécution. Sous peine de ne pas réussir dans leur carrière, ils doi-

---

(1) En particulier : *Revue militaire française*, septembre 1922 : « Les chemins de fer et la prolongation de la guerre », par le colonel Le Hénaff.
— Même revue, janvier 1924 « Stratégie des transports et ravitaillements » par le général Regueneau.

(2) La distinction entre les chantiers d'arrière et du front n'existe pas au point de vue militaire. La création d'un raccordement loin du front, par exemple, peut être plus urgente que celle d'une gare de l'avant, et le cas s'est présenté plus d'une fois.

vent viser à des organisations stables, rémunératrices, assurant l'avenir plus que le présent, par conséquent de caractère tout opposé à l'ambiance de la guerre.

Cette tournure d'esprit qui leur est indispensable, ils la conserveront malgré eux en campagne, si les officiers techniques dont ils deviennent les collaborateurs ne se trouvent à point pour les orienter en sens contraire.

B. — *Les effectifs.*

Avant chaque travail d'intérêt public ou privé, les évaluations destinées à éclairer sur l'importance et l'opportunité de l'effort projeté ont pour base des considérations multiples. Pendant le paix, la prépondérance va en général au chiffre des dépenses. Mais en guerre il faut au commandement, pour comparer, décider, et agir rapidement, une sorte d'unité de mesure ou plutôt une monnaie d'estimation différente. Cette monnaie est la journée de travail humain; le devis se représente donc aussi par une somme chiffrée.

Tel travail est estimé à l'avance, par exemple, à 1000 « hommes jours » ce qui correspondra à 100 travailleurs pendant 10 jours ou à 10 pendant 100 jours. Si l'on traduit ce genre de devis par une courbe donnant la relation entre l'effectif attribué et le temps d'exécution à prévoir, la constance apparente du produit « nombre d'hommes » par « nombre de jours » conduit à une hyperbole équilatère, où les coordonnées de chaque point représentent un effectif et un délai (fig. nº 2).

Il y a ainsi, théoriquement, une infinité de solutions pour l'exécutant.

Aussi est-ce une idée bien naturelle à beaucoup de chefs d'états-majors, renseignés par les officiers du génie sur un chiffre d' « hommes jours », que le résultat pourra être hâté si l'on y consacre brièvement de très

forts effectifs (1). Pour nos travaux de chemins de fer, on devait se tenir en garde contre ces tendances. Il y a d'abord un effectif *optimum*, c'est-à-dire correspondant à la rapidité maxima d'exécution, effectif nettement limité au-dessus duquel la main-d'œuvre devient superflue, sinon embarrassante. Sur le graphique envisagé, nous appellerons E_o cet effectif optimum qui doit rester le plus intéressant pour le commandement puisqu'il assurera le temps t_m minimum de réalisation.

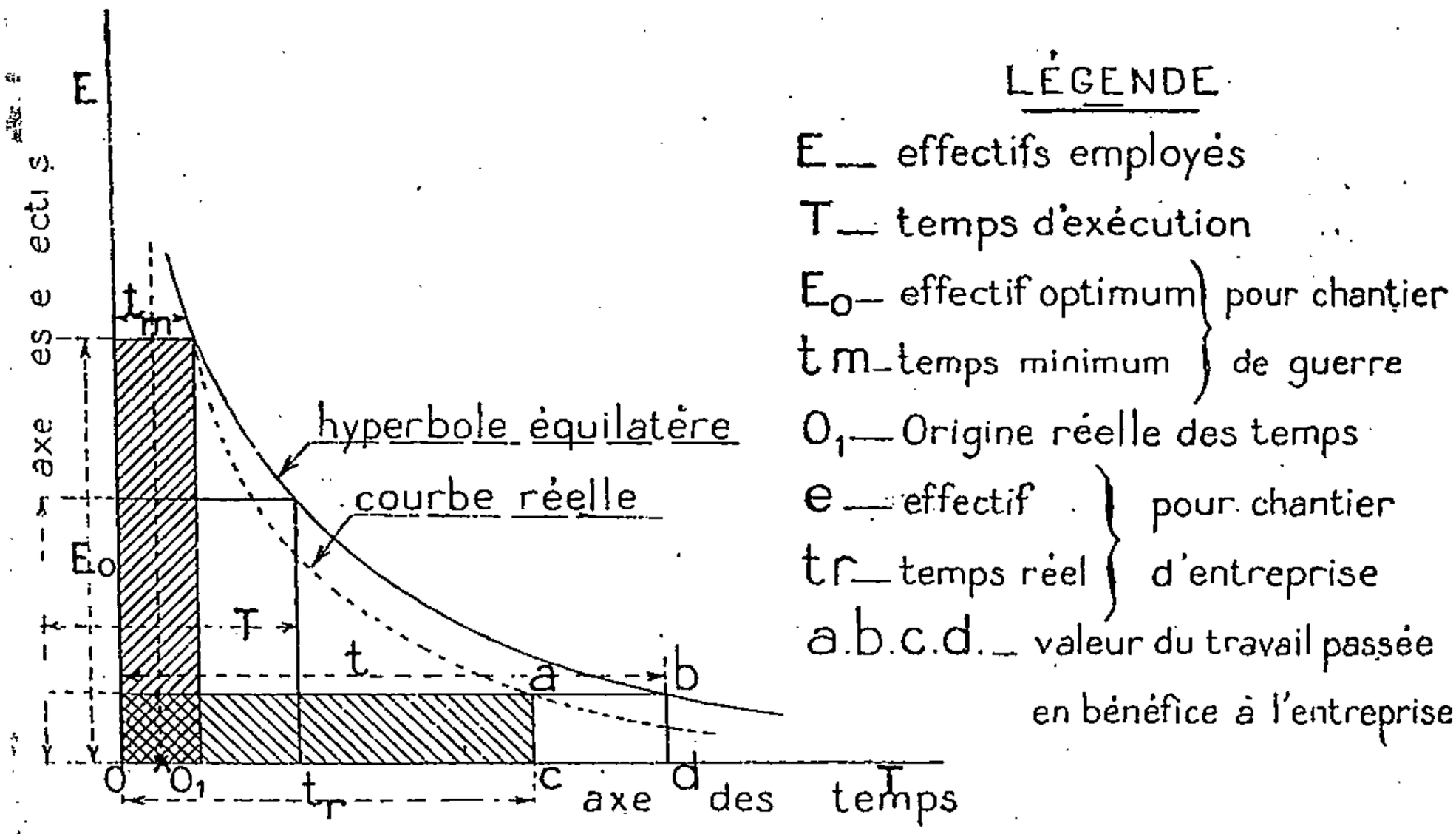


Fig. 2.

Le chef chargé des travaux a donc à signaler, dans son estimation initiale (et ceci est déjà bien en dehors des usages du temps de paix) les quantités E_o et t_m. Si la dotation qu'il obtiendra est inférieure à E_o les délais s'allongeront; mais ce serait une illusion de croire que le temps ainsi perdu se rattrapera toujours en forçant

(1) Le raisonnement est, grosso modo, exact pour les organisations défensives sommaires, dont les délais de réalisation sont très sensiblement en raison inverse des effectifs employés.

ultérieurement, au-dessus de l'effectif E_o, le personnel du chantier.

En outre l'origine des délais ne doit pas être prise au point O du graphique, mais au point O_1. Le temps t_m comprend en effet un délai irréductible $O.O_1$ d'organisation et de préparation quels que soient les effectifs, et ceci est vrai de tous les travaux de campagne, même des simples tranchées.

D'autres remarques peuvent ressortir de notre graphique. La courbe réelle donnant la durée d'exécution en fonction des effectifs va rester, d'après l'expérience, un peu différente de l'hyperbole pour tout l'arc de courbe pratiquement utile. Elle se rapprochera des axes, à partir du point correspondant à E_o et à t_m. Autrement dit, *le produit effectif-temps diminuera nettement avec l'effectif, pour un même travail accompli*, comme si le rendement des masses humaines était toujours plus faible que celui d'équipes réduites, même non sélectionnées.

Ceci tient à plusieurs causes, dont les principales sont la meilleure utilisation de l'outillage et le resserrement de la surveillance sur les petits chantiers. Aussi un entrepreneur auquel on confiera une tâche dans les conditions ordinaires se gardera-t-il de recourir à l'effectif optimum de guerre E_o. Il en choisira un beaucoup plus faible, e, qui mettra un temps t_r relativement long, mais lui fera réaliser un bénéfice plus notable. Ce bénéfice d'entrepreneur est traduit en partie, sur le graphique, par la valeur du travail correspondant au rectangle $a\ b\ c\ d$, différence des deux surfaces prises, l'une jusqu'à l'hyperbole théorique (tracé plein), l'autre jusqu'à la courbe réelle de la fonction (tracé pointillé).

C. — *Le matériel.*

Un chantier de guerre n'est nullement caractérisé

par la simplicité (d'aucuns diraient la barbarie) de l'outillage et des moyens. Mais une majoration qualitative ou même quantitative du matériel employé n'accélère pas toujours la réalisation lorsque le personnel se trouve temporairement abondant, ce qui a toujours lieu sur certains points et à certains moments dans les armées modernes. Il faut en effet des délais pour réunir et amener les outillages, surtout spéciaux, délais d'autant plus longs, d'ordinaire, que ces outillages sont plus puissants. Comme dans la fable, le lièvre rapide, parti trop tard, ne rattraperait pas la tortue, et l'art militaire consistera souvent encore à opérer sur le champ avec beaucoup d'hommes et peu de machines (1).

De nombreux entrepreneurs, après 1918, se sont trop lancés dans l'usage des procédés mécaniques, abusant des camions autos, des grands excavateurs, des tracteurs, des tours à béton, etc..., moyens qui, n'étant pas à l'échelle de leurs chantiers, seraient restés disproportionnés aux délais très courts assignés en guerre.

En outre, le gros outillage est souvent un obstacle à la progressivité de l'utilisation des travaux, principe absolu des organisations de campagne, même à l'arrière.

Enfin la question des matériaux est bien particulière. L'ingénieur est accoutumé à établir des projets qui sont suivis de la commande des matériaux ou des pièces à recevoir. Le chef de travaux de guerre doit opérer exactement en sens inverse : *rechercher quels sont les matériaux dont il pourra disposer le plus rapidement, et établir ses projets d'après ces ressources*, souvent très différentes, par leur nature, de ce qui est d'usage habituel (2).

---

(1) Sans oublier toutefois le précepte du vieil Eschyle : « Un bon conseil vaut mieux que des milliers de bras ».

(2) L'imprévu régna même pour le matériel de voie, surtout à partir de 1916, par suite de l'épuisement des stocks et du retard dans les commandes. Les armées anglaise et américaine avaient un matériel militaire de voie courante, standardisé et approvisionné, tandis que les sapeurs français n'ont disposé, en général, que des matériels de types va-

D. — *Les méthodes.*

Il importe de bien réfléchir, pour chaque chantier de guerre, sur la méthode d'exécution à adopter.

Par ce terme « méthode », nous n'entendons pas l'organisation du travail proprement dite, qui vise surtout la réduction des gestes humains au minimum assurant le résultat cherché. Cette branche de la technique, vieille comme le monde, et que l'américain Taylor a revivifiée, fait des progrés par soubresauts. Elle était déjà appliquée traditionnellement, par les cadres militaires, à la mise en œuvre de l'armement et de l'outillage, depuis l'ancienne « charge en douze temps » de l'infanterie jusqu'à la construction, par bateaux successifs, des ponts modernes du génie : deux exemples de minuties rationnelles.

De nombreux et utiles préceptes ont été formulés pour l'étendre à tous les chantiers de guerre (1).

---

riés en usage sur les cinq grands réseaux. En 1918, par exemple, le groupe reçut des matériels de huit types différents, comportant des éclisses, des attaches, des longueurs de rails distinctes, et qui parvenaient souvent en mélange ou dans un ordre inconnu à l'avance.

Quant aux appareils de voie fournis, leurs variétés ont toujours été extrêmes et dépassé la centaine.

Au point de vue des matériaux de ballastages, les sapeurs du groupe se sont trouvés dans des situations différentes suivant le réseau.

L'État et le Nord avaient à Saint-Etienne-du-Rouvray, à Incheville, à Milly, à Arques, des ballastières excellentes mais souvent d'un débit insuffisant qu'il fallut augmenter par des extractions improvisées, entre autres à Bailleul, Nœux, Barlin, Dannes-Camiers, Roncherolles, Boissy, Ghyvelde, etc... et autour de Compiègne. Le ballast en sable exigeait d'être protégé des érosions pluviales et du vent par une couche de scories ou de gravier. En revanche les terres de fosse rouges ou noires des zones minières, souvent utilisées faute de mieux, surtout dans la Somme, donnaient un ballast grossier, inégal, tout à fait médiocre et d'une mise en œuvre ingrate.

Les travaux sur le Réseaux de l'Est et du P. L. M. furent plus favorisés avec les matériaux de Mary, de Pouxeux, de Chaufontaine, Chaligny, Brienne, etc..., et avec l'abondant gravier calcaire de Saint-Dizier, facile à employer quoique fréquemment argileux et trop menu.

(1) En particulier — *Revue du Génie* de mars 1921 « Organisation du travail » par le général Normand. Même Revue, de mai 1926 « essai sur l'organisation et la conduite des chantiers militaires en campagne » par

Ce que nous visons ici, c'est la *conduite générale d'un travail*, tel que le choix s'en offre à l'esprit du chef, indépendamment de l'affectation ou de la qualité du personnel.

Le problème se pose ainsi :

— Un résultat est à obtenir.

— Il va nécessiter des opérations *distinctes* dont chacune ajoutera à l'œuvre jusqu'à son achèvement. (ceci restera vrai, d'ailleurs, qu'il s'agisse de confectionner un objet, d'édifier une construction, ou de créer un organe de voie ferrée).

— Dans quel ordre le chef réalisera-t-il ces opérations distinctes?

Il pourra s'orienter, croyons-nous, vers trois genres de solutions, ou de *méthodes d'ensemble*, assez différenciées.

La méthode par couches. — L'ouvrier ayant à peindre une porte en trois épaisseurs y passe successivement trois couches de peinture.

Le constructeur ayant à édifier un hangar envoie d'abord une équipe préparer l'aménagement du sol et les fondations. Une deuxième équipe, composée ou non des mêmes hommes, montera ensuite les charpentes et les fermes. Enfin les couvreurs viendront poser la toiture. En gros, pour l'achèvement de l'ensemble, trois phases analogues aux trois couches du peintre.

Dans les deux cas, c'est l'œuvre *en bloc* qui a reçu une série d'adjonctions jusqu'à sa forme finale.

Cette méthode, que nous appellerons « par couches de travail » ou plus simplement « par couches », est courante dans les ateliers pour la confection des objets dé-

---

le capitaine Quin. Voir aussi la Conférence faite en janvier 1930 par le lieutenant-colonel Claudet aux officiers de réserve sur les « Caractères principaux qui distinguent les travaux civils et les travaux militaires » (École de perfectionnement de Versailles).

finis. Une automobile, bornée d'abord au châssis brut et nu, reçoit l'un après l'autre les organes devant constituer la voiture. De même, à petite échelle, pour une pièce présentée au tour à revolver, dont chaque outil rapproche la pièce de ce qu'elle devra être.

Si l'on passe maintenant aux chantiers de chemins de fer, l'entrepreneur chargé par exemple de créer une gare fera exécuter d'abord les terrassements; il convoquera ensuite des poseurs, ouvriers spécialistes en général, qui placeront le matériel; puis s'effectueront les ballastages; enfin des ouvriers du bâtiment viendront édifier les locaux. C'est encore la méthode « par couches ».

Un gros avantage financier en ressort généralement : celui de n'avoir à employer, s'il y a lieu, des spécialistes coûteux, que pendant une phase limitée du travail, puisque les actions de chaque espèce *successives* dans l'œuvre. Nous reviendrons plus loin sur ce caractère.

En revanche, avec de tels procédés, l'œuvre n'est pas utilisable progressivement. Le hangar ne procurera aucun abri dans ses premières phases; la gare où les travaux seraient brusquement arrêtés ne pourra pas recevoir un seul train.

La méthode à l'avancement. — Pour les réalisations ayant un caractère linéaire, c'est-à-dire susceptibles d'être livrées par parties séparées, une méthode dite « à l'avancement » est souvent appliquée. Un exemple militaire connu est l'ancienne « sape à deux formes », tranchée où cheminent deux équipes à la suite, l'une creusant la sape à section réduite, l'autre progressant derrière pour agrandir et compléter. *A tout instant il y a une portion intégrale de l'œuvre qui est utilisable ou achevée, et sur laquelle on ne revient plus.*

Un autre cas typique est celui d'un câble électrique avec ses multiples enveloppes. Le visiteur passant dans

l'atelier de fabrication voit (fig. nº 3) un tronçon complètement revêtu, que précédent une longueur *a b* pourvue d'une partie des enveloppes, puis une longueur *b c* encore nue : la confection se fait « à l'avancement ».

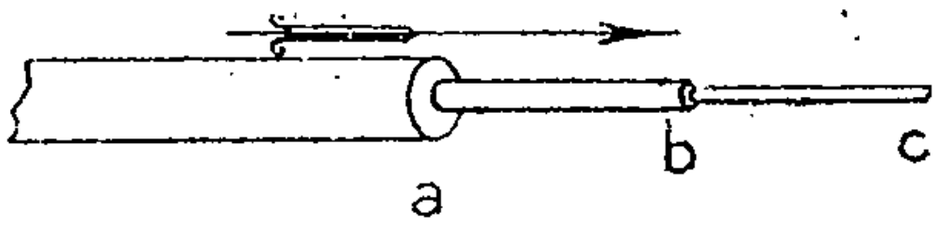


Fig. 3.

Si l'on passe aux chantiers de travaux, l'exemple des tunnels est comparable : la galerie de tête se creuse étroite et simple; en arrière elle est élargie et boisée; plus en arrière elle est revêtue et finie.

Il y a bien ici progression, non dans l'état de l'ensemble, comme avec la méthode « par couches », mais par augmentation continue de la longueur achevée.

On voit que cette utilisation partielle rendue possible aux divers stades de réalisation doit attirer sur les méthodes « à l'avancement » l'attention des chefs de chantiers militaires.

La méthode par tranches. — Dans une troisième classe de méthodes, l'œuvre est partagée en portions de même nature exécutées simultanément et réunies ensuite en vue de constituer l'ensemble.

Pour les fournitures livrables par quantités numériques c'est, en définitive, le procédé des « lots » : sur mille objets semblables à obtenir, cent sont commandés séparément à dix fabricants, d'où gain de temps et comparaisons instructives entre les fournisseurs.

Les réalisations d'un caractère linéaire, telles que routes, canaux, chemins de fer, se prêtent bien à ce partage en lots confiés à des concessionnaires dictincts. Le procédé est d'usage ancien et courant, étant entendu

que dans chaque lot l'entrepreneur applique des procédés à sa convenance.

Il y a ici réduction considérable des délais d'exécution, et à ce titre un tel partage est plus intéressant encore en temps de guerre. Mais nos réflexions visent autre chose : dans ce que nous appellerons méthode « par tranches « la division en parties analogues est étendue à l'*intérieur même de* chaque lot. Autrement dit, c'est la *division systématique de détail en tranches d'exécution simultanée.*

Exemple : Une route comporte trois ponts en rivières, attribués à trois entrepreneurs; pour un des ponts, qui a cinq piles, l'entrepreneur met en chantier les cinq piles simultanément.

La méthode « par tranches » ainsi entendue surcharge les organes d'études et de surveillance. Elle entraîne la multiplicité des cadres, des spécialistes, des engins particuliers, qui, au lieu d'être utilisés successivement ou de proche en proche sur le chantier, doivent constituer de nombreux noyaux de travail, puis sont licenciés ou libérés après un bref emploi. Ainsi l'entrepreneur du pont devra avoir cinq caissons à air comprimé, cinq installations en rivière, cinq contre-maîtres et équipes de fonçage.

Méthode irrationnelle et coûteuse pour le temps de paix, mais combien séduisante pour l'officier préoccupé seulement d'un délai minimum d'exécution !

Les méthodes mixtes. — Les solutions ainsi envisagées ne sont évidemment pas absolues, et la même réalisation pourra faire appel, dans ses diverses phases, à plusieurs d'entre elles.

L'ingénieur qui commande 100 km de câble électrique est libre de les partager en dix lots de 10 km : méthode par tranches. Mais chaque fournisseur fabriquera son lot par la méthode à l'avancement.

Le constructeur d'une maison, dans une petite localité, édifie d'abord en employant la méthode par couches, ordinairement en quatre périodes : 1° les terrassiers font une fondation; 2° les maçons succédent pour les murs; 3° les charpentiers viennent faire le gros œuvre de la toiture; 4° les couvreurs placent enfin les tuiles ou ardoises. Il adopte ensuite la méthode à l'avancement vertical : les ouvriers font le cloisonnement et l'aménagement du rez-de-chaussée; celui-ci sera terminé alors que le premier étage sera incomplet et le deuxième amorcé seulement.

Dans les grandes cités modernes, nous trouvons une variante pour ce genre de chantier. Les entrepreneurs constituent tout de suite une cage ossature en béton ou en acier, sur toute la hauteur, et couvrent : méthode par couches. Ensuite ils habillent la cage d'une paroi et continuent en réalisant les étages séparément, dans un ordre arbitraire, ou simultanément. Le premier et le quatrième étage peuvent ainsi être habitables avant que le rez-de-chaussée, souvent affecté à des usages commerciaux ou industriels, soit en état de servir : méthode par tranches.

En campagne, les troupes d'infanterie ont le choix entre les trois méthodes pour l'organisation de leurs positions défensives. Sur vingt tranchées complètes à creuser, le régiment pourra en ébaucher vingt en première phase et les approfondir en deuxième phase : méthode par couches. Il pourra aussi opérer en partant d'une extrémité de son terrain, certaines unités avançant pour ébaucher, d'autres les suivant pour achever; méthode à l'avancement, plus rare.

La tâche d'ensemble pourra enfin être répartie entre toutes les unités, celles-ci réalisant d'un seul coup tout ce qui est dans leur zone : méthode par tranches, la plus courante.

Les chantiers de chemins de fer, malgré leur diversité,

offrent en guerre des applications bien définies des principes ainsi classés. Dans le vaste champ de ces travaux, nous essaierons d'indiquer quelques résultats d'expériences et quelques exemples réels de méthodes spéciales susceptibles de retenir l'attention des officiers instructeurs et des troupes du génie.

(*A suivre.*) Général DE LASTOURS.

LE CONTROLE DES CONSTRUCTIONS

EN BÉTON ARMÉ

Il existe, parmi les constructeurs en béton armé, des conceptions très nombreuses qui sont, en général, comprises entre deux écoles extrêmes :

— l'école dite simpliste et

— l'école dite scientifique.

Les partisans de l'école simpliste attribuent au béton armé un mode de fonctionnement arbitraire, en général très simple, et font systématiquement abstraction de tous les facteurs qu'ils considèrent comme secondaires.

Les partisans de l'école scientifique, par contre, cherchent à enserrer la réalité d'aussi près que possible, en faisant intervenir dans leurs études tous les éléments du problème, si compliqués soient-ils.

Si opposées que soient ces deux méthodes, chacune d'elles contient en elle-même un enseignement profond et mérite mieux qu'une ironie facile.

L'une des principales méthodes simplistes, née au début du béton armé, était basée sur des hypothèses fort curieuses.

Elle équilibrait notamment les moments fléchissants par deux composantes, l'une de traction, l'autre de compression, de valeur *inégale*, alors que leur égalité est une condition fondamentale des lois de l'équilibre.

Elle admettait, de plus, que dans toute poutre continue à plusieurs travées, les moments fléchissants sur appuis ne dépassaient pas la moitié de la valeur des moments au milieu de la portée. Or, dans le cas courant d'un grand nombre de travées, égales et également

chargées, les moments sur appuis sont égaux à $\frac{p\,l^2}{12}$ c'est-à-dire au double des moments entre appuis qui ne dépassent pas la valeur $\frac{p\,l^2}{24}$.

L'action du retrait de durcissement était négligée et le rôle des armatures en compression nettement surestimé.

Et cependant, malgré le grand nombre de constructions édifiées sur ces bases arbitraires, il ne semble pas que ces errements aient été, par eux-mêmes, la cause directe d'accidents graves.

Il en faut chercher la raison d'une part dans le fait qu'une construction tend toujours à s'adapter, si ses dispositions s'y prêtent et parfois au prix de fissures ou de cassures locales, aux conditions qui lui sont imposées, et dans l'élémentaire bon sens que les constructeurs simplistes ont apporté, à défaut de science proprement dite, dans leurs conceptions constructives.

Avaries locales relativement plus fréquentes, et souvent réduction de la marge de sécurité, sont les principaux reproches qui sont couramment adressés à l'école dite simpliste.

Mais l'école scientifique elle-même n'échappe pas complètement à certaines critiques.

Ses adversaires font en effet remarquer que la résistance des matériaux ne constitue pas un but en elle-même, mais seulement une science auxiliaire du constructeur, auquel elle rendra d'autant plus de services qu'elle sera plus simple et d'une application plus rapide.

Si le béton armé avait des propriétés de résistance, d'élasticité et de variations volumétriques parfaitement définies, une étude rigoureuse serait possible et permettrait d'obtenir des avantages réels.

Mais, étant donné que toutes ces propriétés varient notablement, non seulement avec le mode d'exécution,

mais encore avec le temps, les adversaires de la méthode dite scientifique lui contestent la possibilité d'obtenir avec certitude des évaluations conformes à la réalité.

Ils lui reprochent en conséquence de compliquer considérablement les études et la mise en œuvre des constructions dans l'inutile recherche de résultats illusoires.

Telles sont, envisagées sous leurs limites extrêmes, les deux écoles en présence.

Avant de faire un choix, il paraît logique d'établir une distinction entre les constructions exceptionnelles et les constructions courantes.

Pour les premières, auxquelles appartiennent notamment les ponts et hangars de grande portée, il importe d'autant plus de procéder à une étude rigoureuse que, d'une part, une exécution particulièrement soignée et surveillée permet d'escompter avec plus de précision les caractéristiques des matériaux utilisés, et que d'autre part il existe moins de précédents.

Pour les secondes, auxquelles appartiennent principalement les planchers et ossatures de bâtiments, qui bénéficient d'une longue expérience pratique, on peut logiquement admettre de notables simplifications.

En effet, si la liste des éléments qui interviennent dans le fonctionnement d'une construction est d'une longueur impressionnante pour tous les matériaux, et plus encore pour le béton armé, les seuls éléments qui agissent en première ligne sur la sécurité intéressent le praticien.

Par contre, tous les facteurs dont l'ignorance pratique rentre dans le cadre des aléas en vue desquels est précisément prévu le cœfficient de sécurité, n'ont à ses yeux qu'un intérêt purement académique.

En résumé, et pour les ouvrages de types exceptionnels, il y a lieu de se rallier aussi complètement que

possible à l'école dite scientifique. Pour les autres constructions, c'est encore ladite école dont il convient d'appliquer les principes, mais en les élaguant toutefois de toutes les complications qui ne revêtent pas une importance de premier plan.

En matière de *contrôle des constructions*, le problème se simplifie encore davantage puisqu'il ne s'agit plus de concevoir économiquement à l'intérieur des limites de sécurité, mais seulement de s'assurer, par des vérifications et des sondages judicieusement répartis, que ces limites ne sont pas dépassées.

CONTRÔLE DES PROJETS

Les mécomptes imputables à des défauts de conception, relativement rares en période normale, ont été particulièrement nombreux au cours de la guerre, par suite de la mobilisation de nombreux spécialistes, remplacés par des ingénieurs sans expérience suffisante.

Après la guerre, le développement considérable pris par les constructions en béton armé ayant incité un certain nombre d'ingénieurs ne possèdant que des connaissances générales et pratiques trop sommaires à établir des projets, plusieurs mécomptes en furent la conséquence.

C'est dans l'adoption des dispositions générales ou dans le choix des hypothèses de calcul qu'il faut classer les causes du plus grand nombre des acidents survenus, plutôt que dans des fautes de détail. Ce sont presque toujours des erreurs d'élémentaire bon sens, placées à la base de calculs de résistance souvent soigneusement établis.

C'est ainsi que l'on rencontre fréquemment des arcs ou poutres continues reposant sur des terrains éminemment compressibles et étudiés comme reposant sur des appuis non déformables; des poutraisons calculées

comme parfaitement encastrées à leurs extrémités, alors que leur encastrement n'est que partiel, sinon pratiquement inexistant; des chemins de ponts roulants dans l'étude desquels on a fait abstraction complète des chocs et vibrations, ainsi que des efforts latéraux; des murs de réservoirs ou barrages dans lesquels on n'a pas tenu compte des sous-pressions d'eau; des constructions de grande longueur sans joints de dilatation; des poutres courbes ou polygonales dont a négligé les efforts transversaux; des semelles de fondations excentrées par rapport à la résultante des charges et calculées néanmoins comme exerçant une pression uniformément répartie sur le sol, etc., etc.

a) Une question fréquemment soulevée est celle du *degré d'encastrement des planchers dans les murs et cloisons*.

Lorsque des poutres sans continuité sont simplement engagées dans des murs, l'encastrement dont elles bénéficient est en général faible.

En attribuant à cet encastrement une valeur légèrement supérieure à la réalité, comme le font beaucoup de constructeurs, il n'en résulte en général qu'une réduction sans gravité de la marge de sécurité. Dans plusieurs cas, toutefois, ces erreurs d'appréciation furent assez graves pour causer de véritables mécomptes.

Or, le degré d'encastrement étant fonction de nombreux facteurs plus ou moins déterminés, la méthode de vérification la plus simple et la plus sûre consiste à prendre le problème « en fourchette », c'est-à-dire à envisager deux hypothèses extrêmes.

La première de ces hypothèses consiste à admettre que l'encastrement est nul ou très faible, la seconde à lui attribuer une valeur incontestablement exagérée.

Pour tenir compte du fait que la réalité est comprise entre ces deux limites extrêmes, on tolère des taux de

travail supérieurs aux taux normaux, mais inférieurs à ceux qui seraient pratiquement dangereux.

D'une manière générale, on peut accepter, dans ces conditions, des dépassements d'environ 20 à 30 % des limites réglementaires.

Aucun accident ne pouvant se produire aux limites, la sécurité est alors assurée pour toutes les valeurs d'encastrement réalisables entre ces dernières.

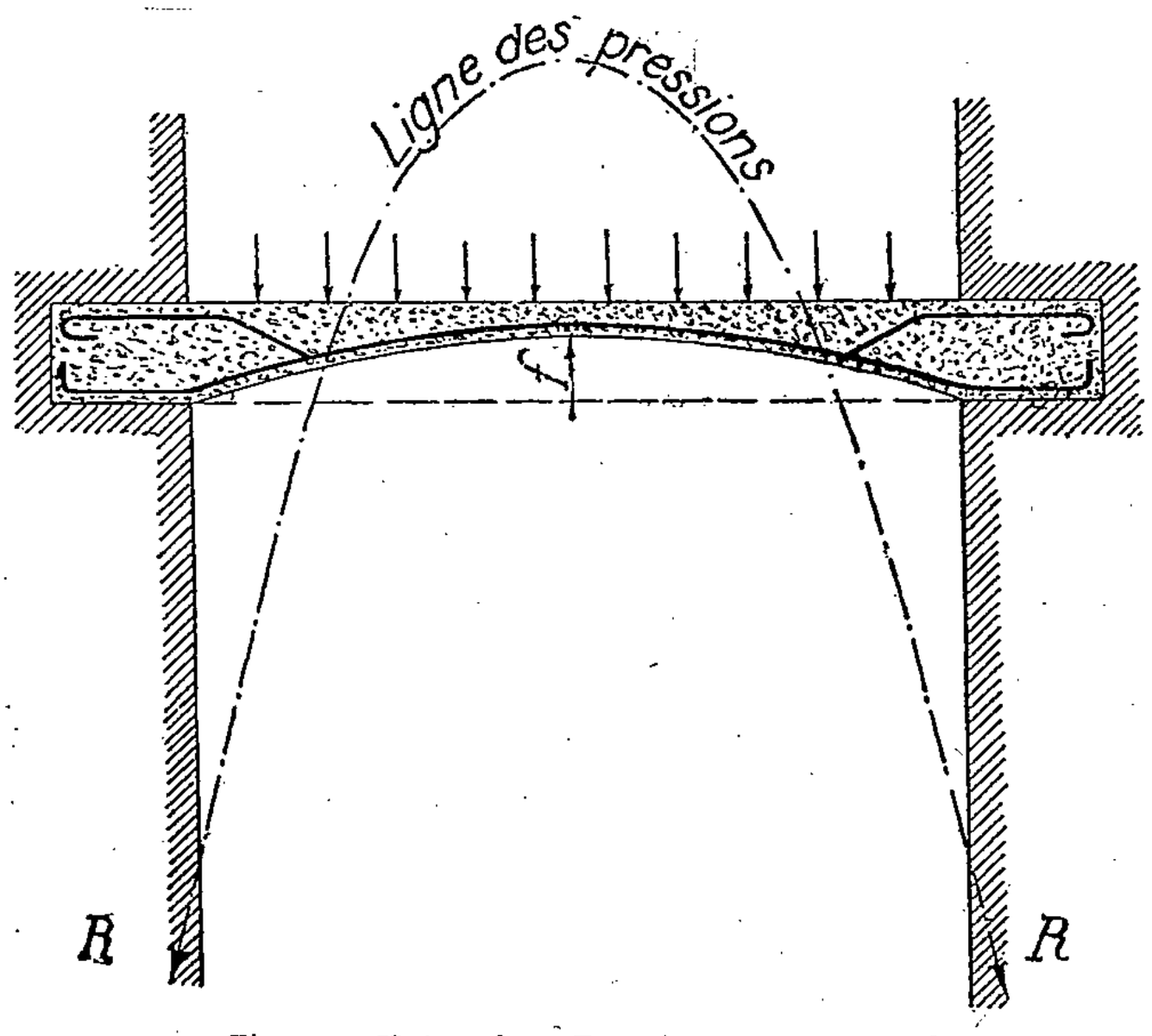


Fig. 1. — Voûte plate. Fonctionnement normal.

b) Les *voûtes plates* (*fig. 1*) méritent une mention spéciale.

On désigne ainsi le hourdis possèdant un extrados rectiligne et un intrados légèrement arqué.

Le calcul de ces dalles devint, il y a quelques années, l'objet de nombreuses discussions entre spécialistes étrangers, les uns les considérant comme des poutres encastrées à section variable, d'autres comme des voûtes ayant une flèche *f*.

Or, cette distinction est théoriquement et pratiquement sans objet. En effet, si l'on suppose que la flèche f est relativement élevée et si l'on détermine les efforts en envisageant la dalle comme un arc encastré à ses extrémités (c'est-à-dire en supposant que les appuis peuvent résister sans se déformer à une poussée horizontale), on obtient une ligne des pressions affectant sensiblement l'allure représentée sur la *figure n° 1*, les réactions étant inclinées vers les appuis.

A mesure que la flèche f de l'intrados diminue, les réactions R se rapprochent de la verticale, c'est-à-dire que la poussée horizontale diminue en même temps. Lorsqu'on arrive à $f = O$ les deux réactions sont verticales et la poussée horizontale de la voûte sur les extrémités est nulle. Il n'y a donc pas de passage brusque du fonctionnement comme « arc » au fonctionnement comme « poutre ». Pour les éléments très surbaissés adoptés dans les constructions de ce genre, les résultats des deux méthodes ne présentent que des différences pratiquement insignifiantes.

Ce qui précède suppose naturellement un élément normalement armé. Si, comme l'ont fait plusieurs constructeurs, les armatures sont incapables de résister aux efforts de flexions sollicitants, la dalle fonctionne comme

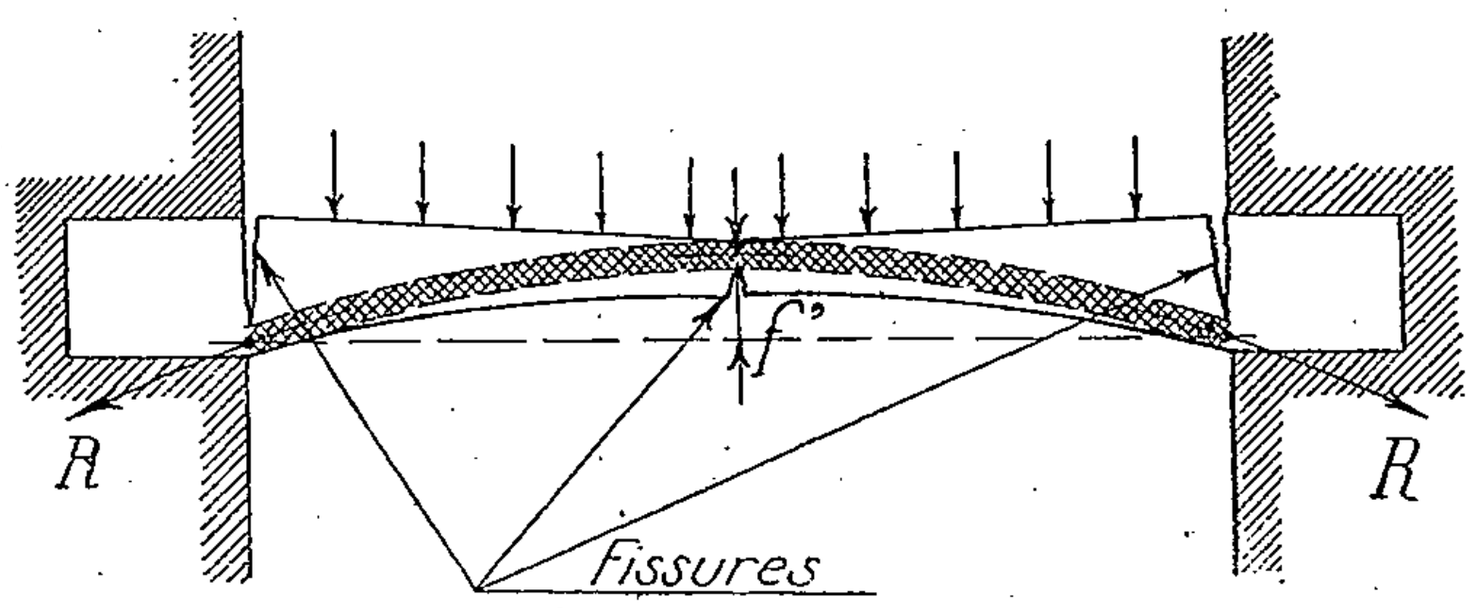


Fig. 2. — Voûte plate. Fonctionnement d'un élément insuffisamment armé.

suit : au début, elle se comporte comme un arc encastré à ses extrémités et subit des moments fléchissants impor-

tants, au droit des appuis et au milieu de la portée, comme le représente la *figure 2*. Elle devient alors, par suite de cette auto-articulation, une véritable voûte, de flèche approximative f, qui résiste ou s'effondre, suivant que ses appuis sont ou non susceptibles d'équilibrer sa poussée horizontale sans se déplacer.

Étant donné que, dans les constructions courantes, le cas d'appuis susceptibles de résister sans se déformer à des poussées horizontales intenses est exceptionnel, il est toujours prudent de vérifier des dalles de ce genre en les envisageant comme des poutres à section variable, encastrées ou non à leurs extrémités suivant les cas.

c) *La continuité des poutres* est souvent un sujet de laborieuses discussions entre les constructeurs et les organes de contrôle.

Certains estiment qu'elles doivent être calculées comme des poutres homogènes, c'est-à-dire d'après les formules classiques basées sur la théorie des déformations élastiques. D'autres sont d'avis qu'elles doivent être traitées par des méthodes empiriques spéciales, ne faisant intervenir qu'une continuité partielle.

Les poutres étudiées en continuité parfaite présentent en général, sur celles calculées en continuité partielle, l'avantage de moins se fissurer. En effet, leurs armatures étant déterminées de manière à résister aux efforts de traction, aussi bien au droit des appuis que dans les sections intermédiaires, les taux de fatigue normaux de l'acier et du béton ne sont dépassés nulle part.

Les poutres à continuité partielle sont fréquemment calculées en adoptant pour le moment fléchissant entre les appuis la formule simpliste $\frac{p\,l^2}{10}$. La moitié seulement des barres déterminées de la sorte sont relevées sur les appuis, correspondant à un moment fléchissant voisin de $\frac{p\,l^2}{20}$. Sous l'action des charges, les sections

sur appuis courants tendent à subir des efforts voisins de $\frac{p\,l^2}{12}$, c'est-à-dire supérieurs d'environ deux tiers aux efforts pour lesquels les armatures sont prévues. Du fait de la déformation excessive qui en résulte, la répartition des moments fléchissants se modifie, les sections trop faibles des appuis se soulageant au détriment des sections plus résistantes entre ces derniers. Il se constitue alors, parfois au prix d'une fissuration d'extrados, un nouvel état d'équilibre qui tend à se rapprocher automatiquement de l'hypothèse faite, sans que la sécurité proprement dite soit mise en péril.

D'une manière générale, on admet couramment, pour les planchers soumis à des charges réparties, les bases suivantes :

— Moment fléchissant entre appuis courants $= \frac{p\,l^2}{12}$ (positif);

— Moment fléchissant dans les travées extrême $\frac{p\,l^2}{10}$ (positif);

— Moment fléchissant sur appuis $= \frac{p\,l^2}{12}$ (négatif).

Les barres supérieures ou barres de continuité intéressent sensiblement les 20 % de la portée libre des travées adjacentes.

S'ils s'agit de charges isolées, on admet des proportions analogues adaptées aux cas envisagés.

Quatre erreurs sont fréquemment commises par les constructeurs :

1° Certaines barres inférieures sont interrompues trop rapidement vers les appuis;

Or, dans les travées courantes, s'il y a par exemple deux nappes, l'une doit intéresser toute la travée et la seconde au minimum les deux tiers de celle-ci (*fig. 3*).

Vers les appuis extrêmes, la deuxième nappe doit

être prolongée au moins jusqu'aux neuf dixièmes de la portée.

2° Les abouts des barres inférieures et supérieures interrompues sont sensiblement dans le même plan

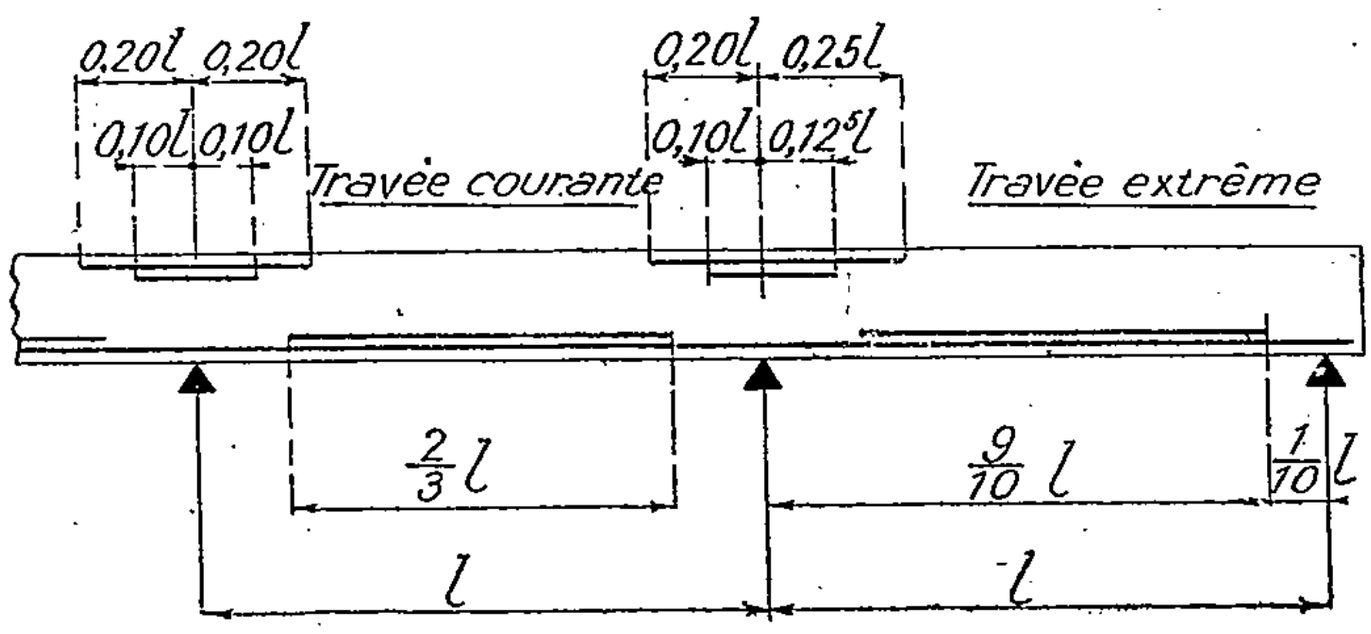


Fig. 3. — Poutre continue. Répartition des armatures longitudinales.

vertical et tendent à amorcer une fissure oblique. Il faut donc les recouvrir en prolongeant les barres de part et d'autres et au-delà de la section où le moment fléchissant change de signe (*fig. 4*).

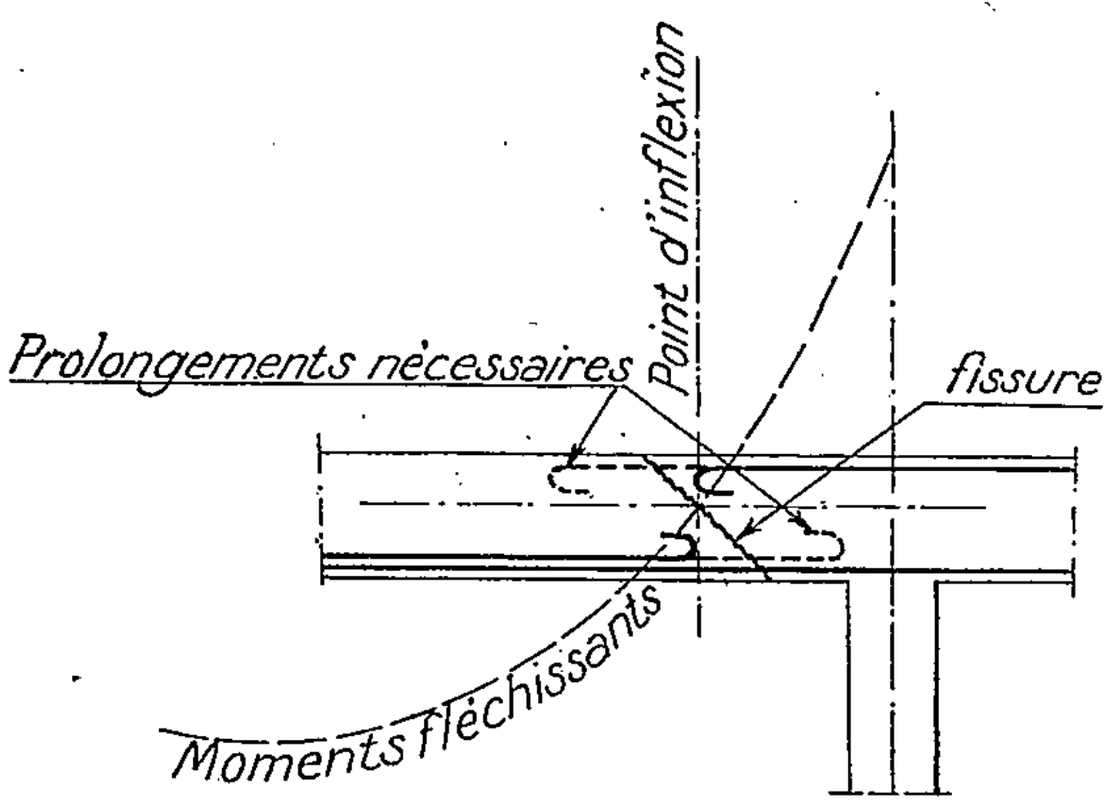


Fig. 4. — Poutre continue. Armatures aux points d'inflexion.

3° La répartition des étriers ne tient pas suffisamment compte de la variation de l'effort tranchant dans le cas de *charges isolées*.

Par exemple, les étriers ne sont pas équidistants pour une poutre supportant une charge isolée au milieu de sa portée et qui est soumise de ce fait à un effort tranchant constant en valeur absolue.

C'est une vérification qu'il importe toujours d'effectuer au premier examen d'un plan, avant même d'en vérifier les calculs de résistance.

4° On applique à la détermination des moments fléchissants les formules classiques de la poutre continue, en envisageant, non pas les positions les plus défavorables de la surcharge, mais uniquement la surcharge totale de toutes les travées. Cette erreur qui affecte surtout les sections entre appuis, est particulièrement dangereuse dans le cas de *poutres à trois travées* égales, puisqu'elle conduit à admettre pour la travée centrale un moment accidentel égal à $\frac{p\,l^2}{40}$ au lieu de $\frac{p\,l^2}{13{,}3}$, c'est-à-dire trois fois plus faible que la réalité.

d) En ce qui concerne les *planchers comportant l'emploi de corps creux en terre cuite*, l'expérience à démontré que ces corps creux augmentent la résistance à la compression et surtout à l'effort tranchant.

Les calculs de résistance étant toujours effectués en ne considèrant que la section du béton armé proprement dit, on peut néanmoins tenir compte de l'action des corps creux en admettant la suppression des étriers si le taux théorique de cisaillement du béton ne dépasse pas le taux réglementaire voisin de 5 kg par cm^2.

Toutefois, il sera toujours recommandable de disposer quelques étriers au voisinage des appuis.

e) *Arcs et voûtes.*

Le premier point à examiner dans un projet d'arc est celui de la *nature du sol de fondation*, qui conditionne le type de l'arc.

Si ce sol est constitué par du rocher ou un terrain stable, on peut adopter en principe un arc sans articu-

lation ou à deux articulations. Mais si, par contre, un doute est possible au sujet du terrain, ces deux types doivent être écartés sans autre examen et remplacés par un arc isostatique à trois articulations.

L'adoption d'articulations provisoires ou du décintrage par vérins ne constitue, en général, qu'un remède partiel, puisque les tassements des culées peuvent parfois s'accentuer pendant plusieurs années avant de se stabiliser complètement.

Les accidents dûs aux *articulations* sont rares. On doit toutefois citer le cas d'un pont bavarois dont les deux pièces d'articulation glissèrent l'une par rapport à l'autre, sous l'action de l'effort tranchant. Cet accident souligne l'importance que présentent, soit les dispositifs de butée à prévoir avec des articulations métalliques, soit la présence des barres obliques de cisaillement dans les articulations en béton armé.

Dans les ponts qui comportent *plusieurs voûtes identiques* reposant sur des piles intermédiaires, chaque travée fonctionne comme un arc encastré sur ses appuis sous l'action de la charge permanente, qui est égale pour toutes les travées.

Par contre, lorsqu'une seule travée se trouve chargée, le fonctionnement de l'arc se modifie. En effet, sous la différence des poussées s'exerçant sur les appuis, ceux-ci, qui sont constitués par l'ensemble d'une série de voûtes et de piles et sont en conséquence élastiques, s'écartent en provoquant dans la voûte chargée :

a) une réduction de la poussée horizontale;

b) des moments fléchissants plus élevés que si l'arc était réellement encastré sur appuis indéformables.

Ce phénomène, qui n'a qu'une importance réduite dans les ponts en maçonnerie, dont le poids mort est en général très élevé par rapport à la surcharge, cesse d'être négligeable dans les ponts en béton armé, dont la charge permanente est plus faible.

Pour ne pas en avoir tenu compte, certains constructeurs ont constaté dans des ponts sur piles de grande hauteur, par conséquent flexibles, des fissures plus ou moins importantes à l'extrados au droit des naissances et à l'intrados à la clé des arcs.

En ce qui concerne l'examen rapide des calculs de résistance d'un arc soumis par un constructeur, il est inutile, en général, de les suivre d'un bout à l'autre.

On peut se borner à calculer les efforts dans les sections dangereuses par des formules simplistes, puis on compare les résultats ainsi obtenus en quelques instants avec ceux de la note soumise à l'examen.

Étant donné que seules les erreurs graves sont à redouter, on peut admettre ces derniers résultats si la concordance est satisfaisante comme ordre de grandeur.

J'estime même, d'une manière générale, que cette méthode rapide doit toujours être appliquée, même si l'on tient à vérifier par ailleurs tous les détails d'une note de calculs, car elle supprime la possibilité de répéter la même erreur que celle qui peut entacher les calculs examinés.

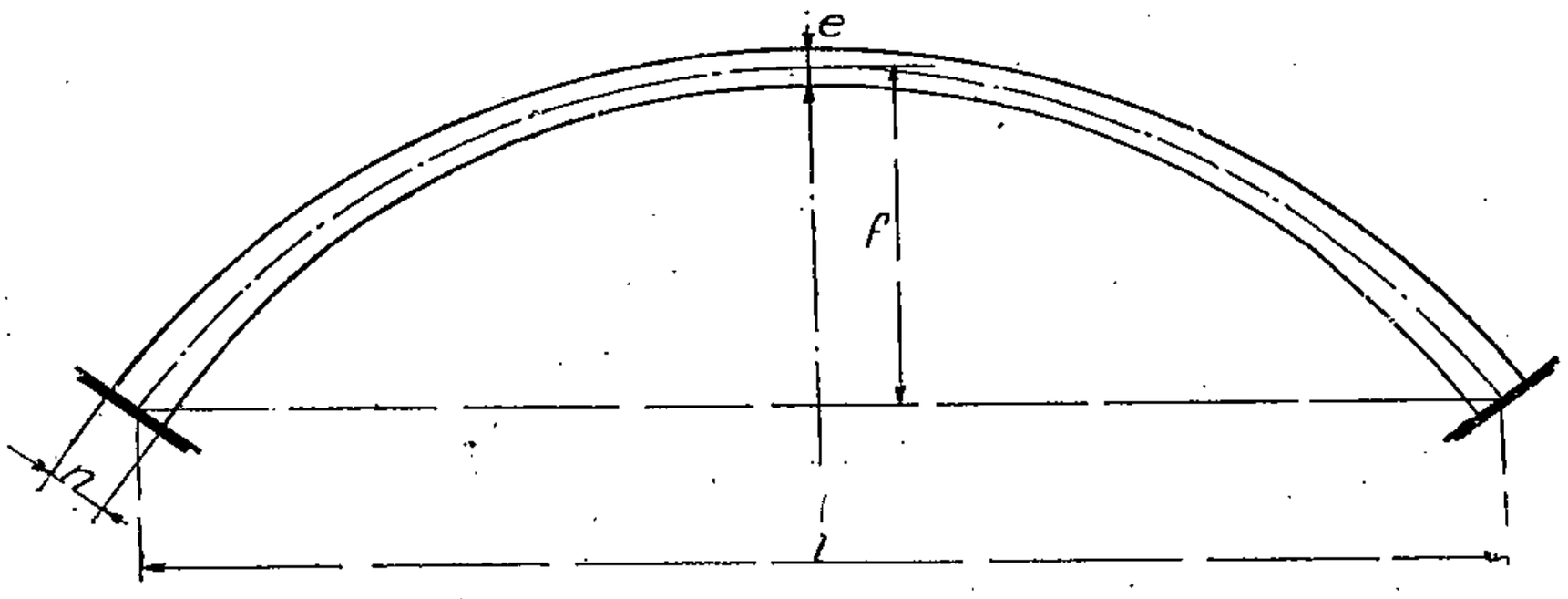


Fig. 5. — Arc sans articulation.

J'applique couramment les formules très simplistes suivantes :

Envisageons un *arc sans articulation* (*fig. 5*).

— l sa portée;

— f sa flèche;
— p sa charge permanente par mètre linéaire moyen;
— a sa charge accidentelle par mètre linéaire moyen;
— I son moment d'inertie à la clef;
— F sa section d'inertie à la clef;
— e son épiasseur à la clef, et
— n son épaisseur aux naissances, on a :

Composante horizontale de la poussée *permanente :*

$$H_p = \frac{p\,l^2}{8\,f}.$$

Moment fléchissant permanent à la clef :

$$M^p{}_c = \frac{I\,p\,l^2}{2\,f^2\,F} \text{ (positif)},$$

Moment fléchissant permanent aux naissances :

$$M^p{}_n = \frac{I\,p\,l^2}{f^2\,F} \text{ (négatif)}.$$

Composante horizontale de la poussée *accidentelle :*

Sous surcharge totale : $Ha = \frac{a\,l^2}{8\,f}$.

Sous surcharge d'une demi-travée : $\frac{a\,l^2}{16\,f}$.

Moment fléchissant accidentel maximum à la clef : (surcharge partielle);

$$M^a{}_c = \frac{a\,l^2}{220}.$$

Moment fléchissant accidentel maximum aux naissances : (surcharge partielle).

$$M^a{}_n = \frac{a\,l^2}{60}.$$

Moment fléchissant accidentel maximum aux reins : (surcharge partielle);

$$M^a{}_r = \frac{a\,l^2}{110}.$$

La répartition de la surcharge partielle qui provoque les moments fléchissants maxima à la clef, aux reins et aux naissances, est différente pour chacune de ces trois sections. On peut admettre néanmoins, à titre approximatif, que la composante horizontale de la poussée est égale à $\frac{a\,l^2}{16\,f}$ pour les trois cas.

L'action des *variations linéaires*, c'est-à-dire le retrait de durcissement et les variations thermiques, peut majorer les contraintes, d'après les observations les plus récentes, d'environ :

$R^t_c = 90\,\frac{e}{f}$ ou $105\,\frac{e}{f}$ à la clef, suivant que l'on envisage des ouvrages situés au nord ou au sud de la ligne Bayonne-Grenoble.

$R^t_n = 180\,\frac{e^3}{n^2\,f}$ ou $220\,\frac{e^3}{n^2\,f}$ aux naissances dans les mêmes conditions.

Les résultats sont obtenus en kg par cm².

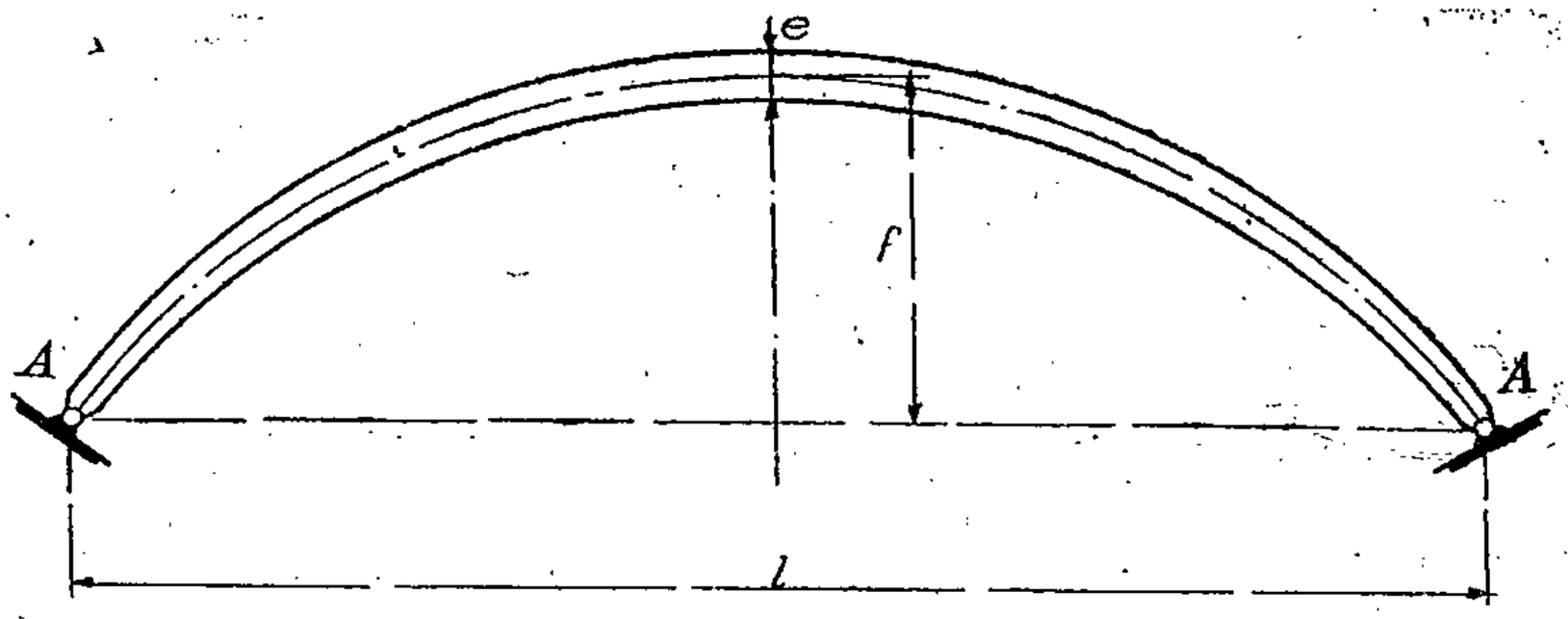


Fig. 6. — Arc à deux articulations.

Considérons maintenant le cas d'un *arc articulé aux naissances* (*fig. 6*).

On a de même :

Composante horizontale de la poussée permanente :

$H_p = \frac{p\,l^2}{8\,f}$ comme dans le cas précédent.

Moment fléchissant permanent à la clef :

$$M^p_c = \frac{I\ p\ l^2}{4\ f^2\ F} \text{ (positif).}$$

Moment fléchissant permanent aux reins :

$$M^p_r = \frac{15\ I\ p\ l^2}{85\ f^2\ F}.$$

Moment fléchissant permanent aux naissances = 0;

$H\,a = \frac{a\ l^2}{8\ f}$ sous surcharge totale et

$H'a = \frac{a\ l^2}{16\ f}$ sous surcharge d'une demi-travée.

Moment fléchissant accidentel maximum à la clef : (surcharge partielle);

$$M^a_c = \frac{a\ l^2}{130}.$$

Moment fléchissant accidentel maximum aux reins, sensiblement au quart de la portée : (surcharge partielle);

$$M^a_r = \frac{a\ l^2}{60}.$$

Même remarque que pour l'arc sans articulation au sujet de la répartition de la surcharge partielle.

La majoration de contrainte pour variations linéaires atteint :

$R^t_c = 43\,\frac{e}{f}$ ou $53\,\frac{e}{f}$ à la clef.

$R^t_r = 32\,\frac{e}{f}$ ou $39\,\frac{e}{f}$ aux reins,

les résultats étant obtenus en kg par cm^2.

Si l'on possède *trois articulations*, dont une à la clef et une à chaque naissance, on peut alors admettre (*fig. 7*) :

$$H_p = \frac{p\,l^2}{8\,f}$$

$$H\,a = \frac{a\,l^2}{8\,f} \text{ et } H'\,a = \frac{a\,l^2}{16\,f}$$

$$M^r{}_a = \frac{a\,l^2}{60} \text{ aux reins.}$$

L'action des variations linéaires est nulle.

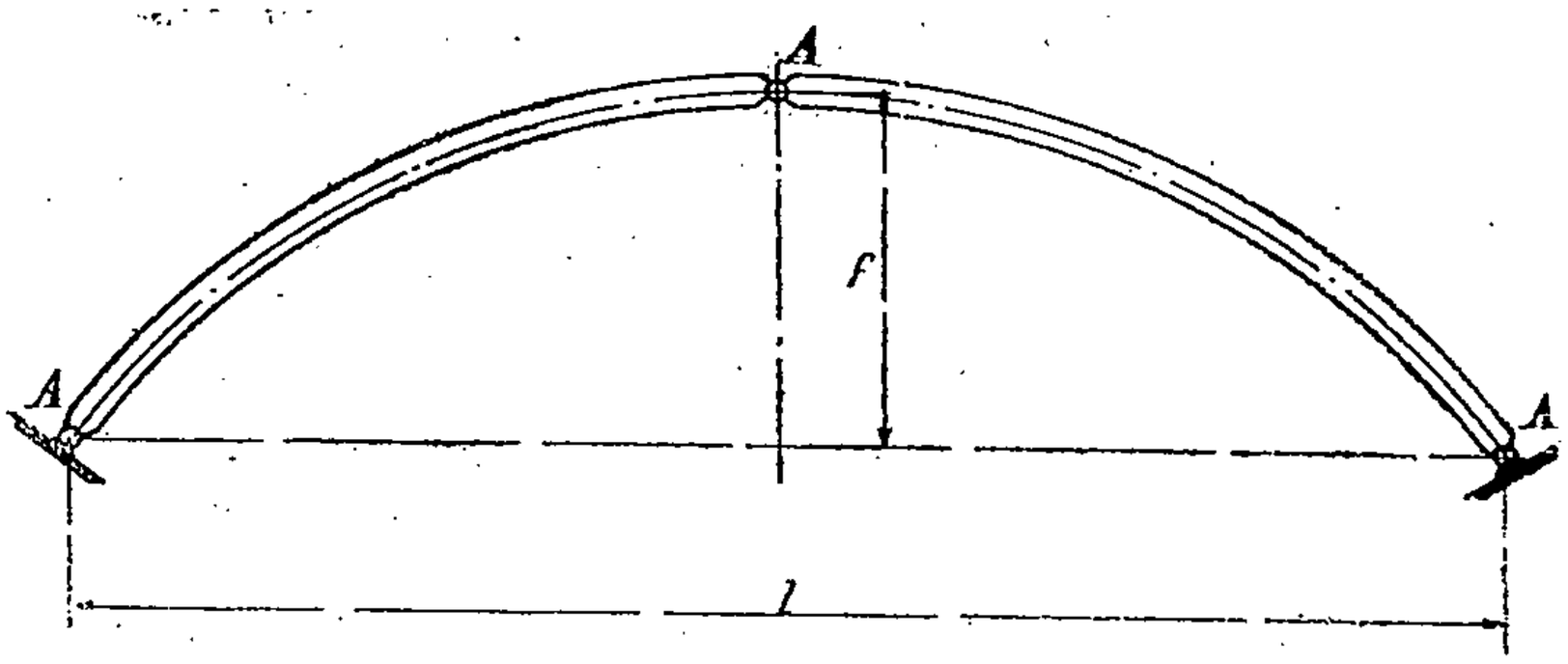


Fig. 7. — Arc à trois articulations.

Quant à l'effort tranchant maximum engendré dans un arc par la charge accidentelle, il atteint sa valeur maximum à la clef et aux naissances, cette valeur étant de l'ordre de $\frac{p\,l}{8}$ en moyenne.

Pour les *bow-strings* et les *formes en arcs sous-tendus* fréquemment adoptées pour les toitures voûtées des hangars, on peut appliquer les formules simplistes de l'arc à deux articulations, en multipliant toutefois les moments fléchissants permanents par trois pour tenir compte du libre allongement du tendeur, ce qui donne environ :

$$M_c = \frac{3\,I\,p\,l^2}{4\,f^2\,F} \text{ à la clef,}$$

$$M_r = \frac{I\,p\,l^2}{2\,f^2\,F} \text{ aux reins.}$$

Il importe de toujours vérifier que l'ancrage du ten-

teur dans l'arc ou les sablières ne risque pas de céder par défaut d'adhérence ou de résistance au cisaillement.

f) *Réservoirs :* La plupart des fuites de réservoirs se manifestent dans les angles des cuves rectangulaires et au droit du radier des réservoirs cylindriques.

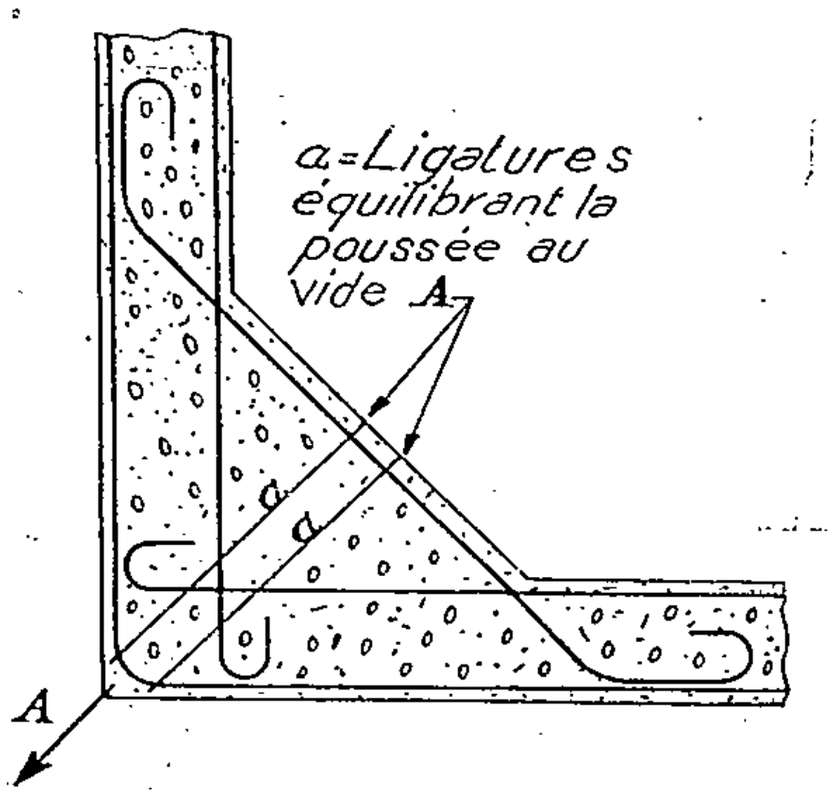
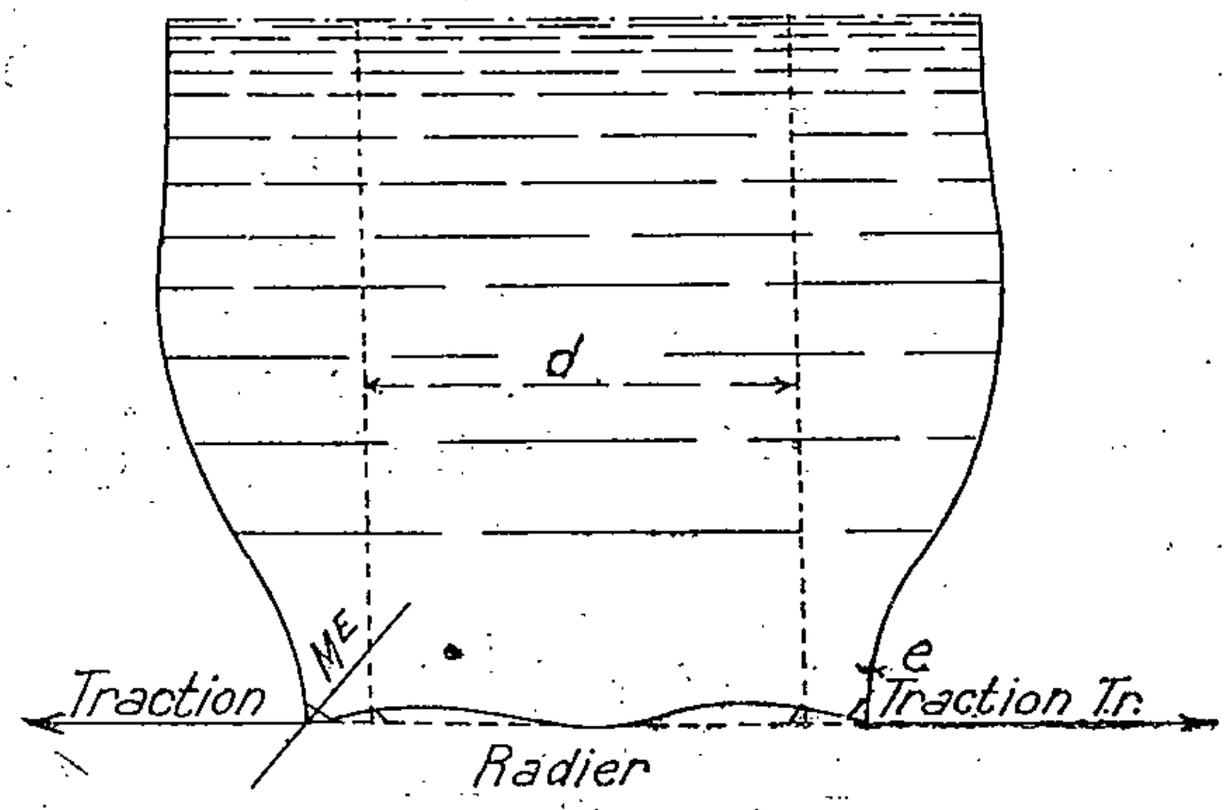


Fig. 8. — Réservoir rectangulaire. Armatures d'un angle.

Dans le premier cas, il suffit d'assurer la liaison des parois par des chanfreins fortement armés et munis de ligatures destinées à équilibrer la poussée au vide (*fig. 8*).



d : diamètre du réservoir à vide

Fig. 9. — Réservoir cylindrique. Déformation au droit du radier.

Dans le second cas, il importe de tenir compte des efforts parasites locaux engendrés par l'entrave que la raideur du radier apporte à la libre dilatation des parois cylindriques à leur base, qui se déforment comme le représente la *figure 9*.

La détermination de ces efforts parasistes, qui constitue une application de la théorie de la poutre continue reposant sur une infinité d'appuis élastiques, ne présente aucune difficulté particulière et figure dans plusieurs ouvrages spécialisés, notamment dans le numéro pu *Génie civil* du 30 juillet 1910.

A titre d'évaluation simpliste se rapportant au cas d'un encastrement partiel des parois cylindriques à leur base, on peut appliquer les formules suivantes :

Moment d'encastrement : $M_E = 5e^2$.

Traction horizontale sur le radier : $Tr = 30\sqrt{\frac{e^3}{d}}$

en désignant par :

e = l'épaisseur de la base de la paroi en centimètres;

d = le diamètre intérieur du réservoir en centimètres;

Les résultats sont obtenus en kg par cm de longueur de paroi ou de radier.

Les barres verticales supplémentaires à l'intérieur des parois doivent se prolonger sur une hauteur voisine de :

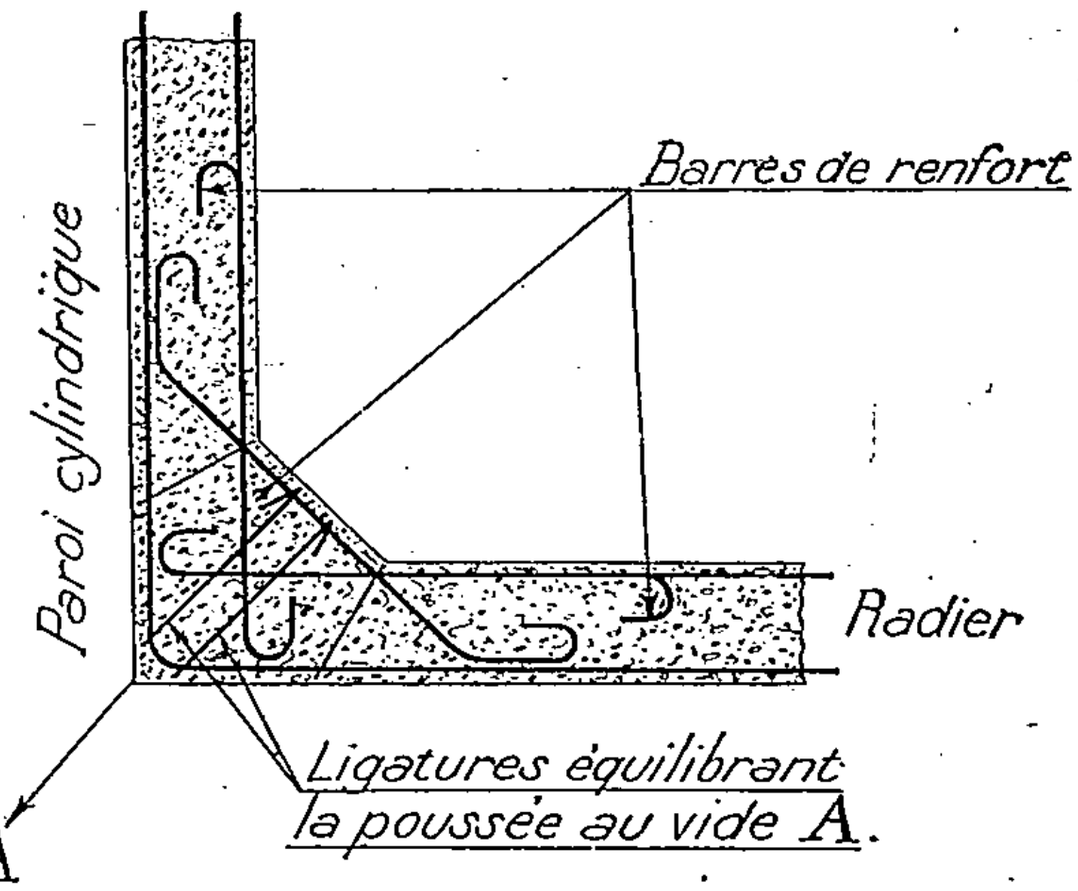
$0{,}4\sqrt{e\,d}$, l'unité étant le cm.

Une vérification doit être effectuée au droit des ceintures des réservoirs à surface de révolution.

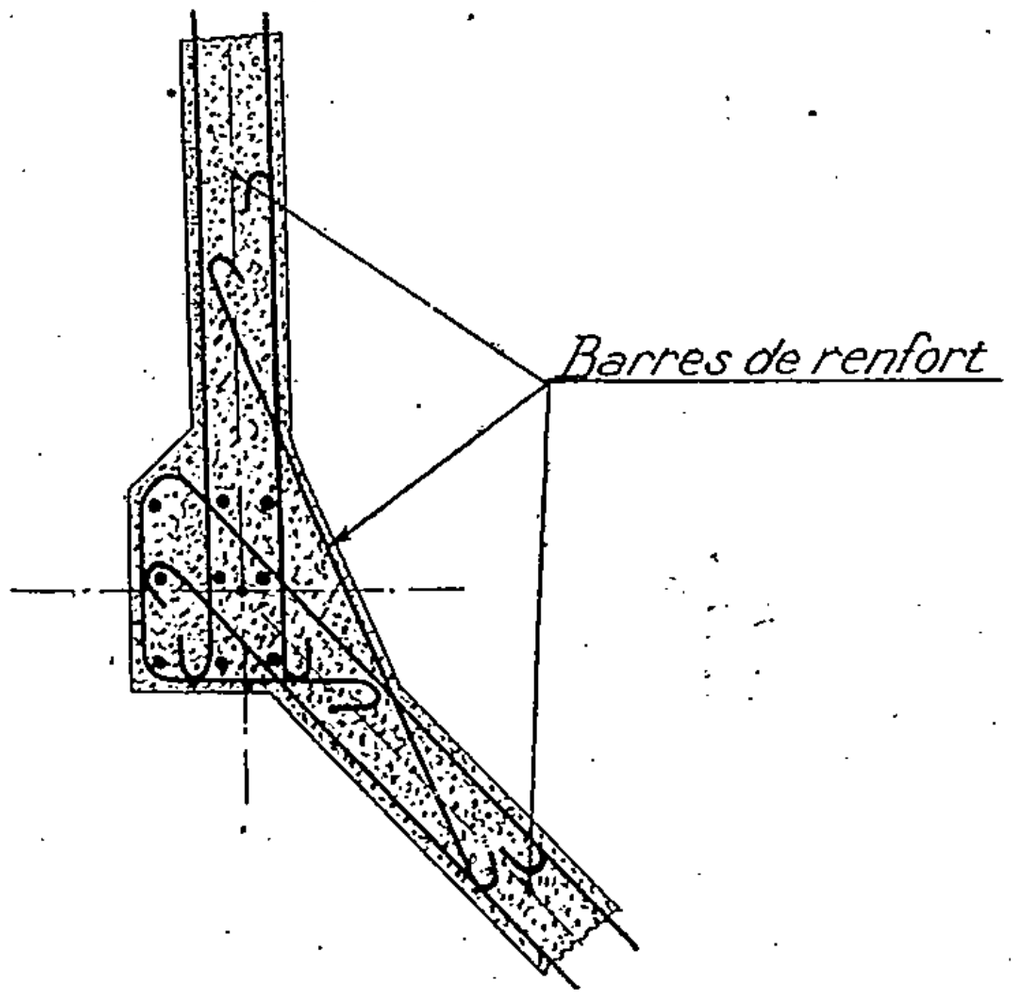
La *figure 10* représente en *a* et *b* deux types d'armature normaux, l'un au droit du radier, l'autre au droit d'une ceinture.

g) *Canalisations :* L'étude d'une canalisation, comme celle d'un réservoir, diffère nettement de l'étude des autres types de constructions. En effet, l'apparition de fissures, qui ne constitue qu'une avarie dans les constructions courantes, constitue un phénomène de rupture

dans les canalisations, puisqu'elles perdent leur **étanchéité** et deviennent inutilisables.



a, Réservoir cylindrique. Liaison de la paroi verticale et du radier.



b, Réservoir à surface de révolution. Armatures au droit d'une ceinture.

Fig. 10.

Les deux types de mécomptes qui se rencontrent le plus fréquemment sont :

1° Pertes par les joints, dont les dispositifs sont insuffisamment étudiés.

2° Fissuration engendrée par le manque de résistance aux efforts de flexion que subissent les canalisations enterrées, sous l'action de leur poids propre et des surcharges (*fig. 11*).

Dans le calcul des canalisations enterrées dans des terrains meubles, on ne tiendra compte qu'avec une extrême prudence de la butée latérale du sol s'opposant

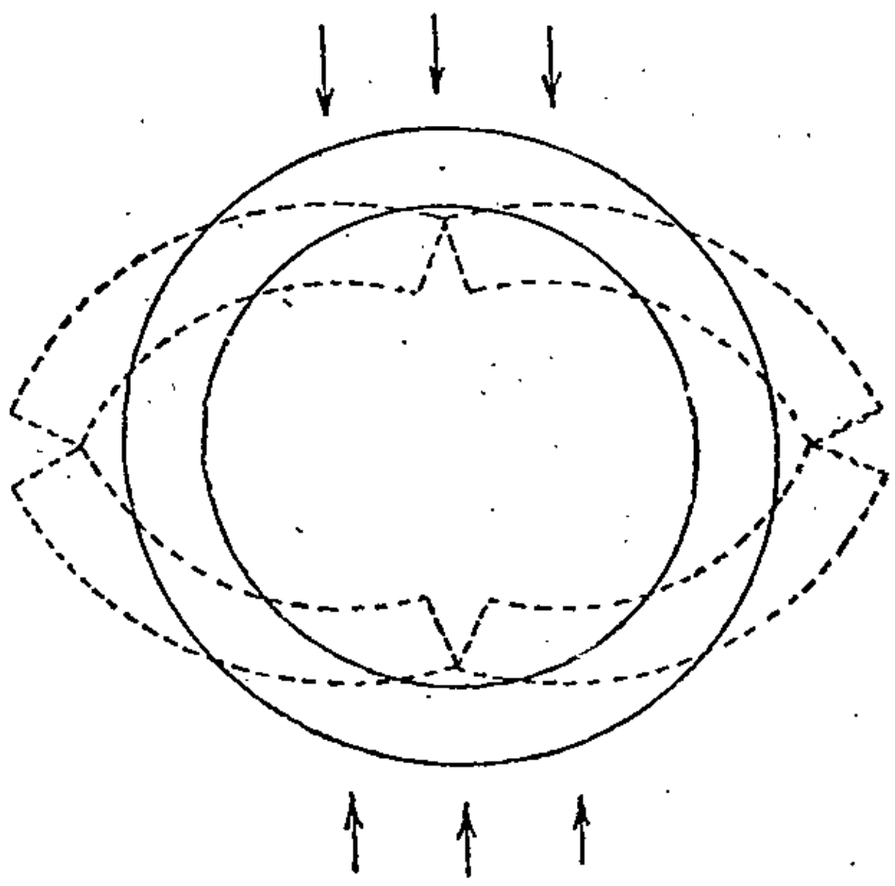


Fig. 11. — Rupture d'une canalisation sous l'action de charges extérieures.

à leur aplatissement. Cette action ne saurait, en effet, devenir effective, dans certains cas, qu'après une compression du terrain qui correspondrait à des déformations bien supérieures à celles que pourrait subir la conduite sans se fissurer.

h) *Ponts roulants* : Il convient en premier lieu d'exiger du constructeur mécanique d'un pont roulant l'indication précise de l'écartement des galets, de leur nombre et des réactions maxima qu'ils peuvent exercer dans les cas les plus défavorables. De plus :

— les charges statiques doivent être majorées pour tenir compte des *effets dynamiques*.

La formule réglementaire, qui figure à l'article 2 du

Réglement du ministère de Travaux publics du 10 mai 1927, est la suivante :

Cœfficient de majoration :

$$1 + \frac{0,4}{1 + 0,2\,L} + \frac{0,6}{1 + 4\,\frac{P}{S}}$$

en désignant par :

— L : la portée de la poutre;

— P : son poids propre;

— S : sa surcharge.

La valeur de ce coefficient varie de 1 à 2, ce dernier chiffre se rapportant à une poutre de portée et de poids propre nuls.

En général, pour un calcul sommaire et dans les cas courants, on peut se contenter d'une majoration des charges statiques d'environ 50 %, d'autant plus que les ponts roulants circulent à faible vitesse par rapport aux trains pour lesquels la formule ci-dessus est établie.

Enfin, il importe de toujours s'assurer que les chemins de roulement peuvent résister aux *efforts latéraux et longitudinaux* des ponts roulants, que l'on peut évaluer au *dixième* environ des charges verticales correspondantes, majorées pour effets dynamiques.

i) *Poinçonnements :* Lorsqu'une charge isolée très intense agit sur un hourdis, elle tend à traverser ce dernier par poinçonnement. Le cas s'est produit pour des radiers prenant appui sur des pieux par l'intermédiaire de dalles trop minces et pour des planchers constitués par des hourdis sans nervures reposant directement sur les poteaux. Il est nécessaire alors de réaliser un élargissement du béton et de disposer les armatures de manière à répartir la charge isolée sur une surface de hourdis suffisante pour éviter ce poinçonnement (*fig. 12*).

j) *Silos :* Les accidents les plus fréquents dans les

silos sont l'arrachement des mamelles et la fissuration des parois verticales. La plupart des accidents du premier genre ne sont pas dus à l'insuffisance de section des armatures de suspension, mais au mauvais ancrage de ces armatures dans les ceintures qui se trouvent à la base des silos. On ne saurait attribuer trop d'importance à l'attache de ces aciers de suspension, qui doivent toujours être très largement ancrés dans les ceintures.

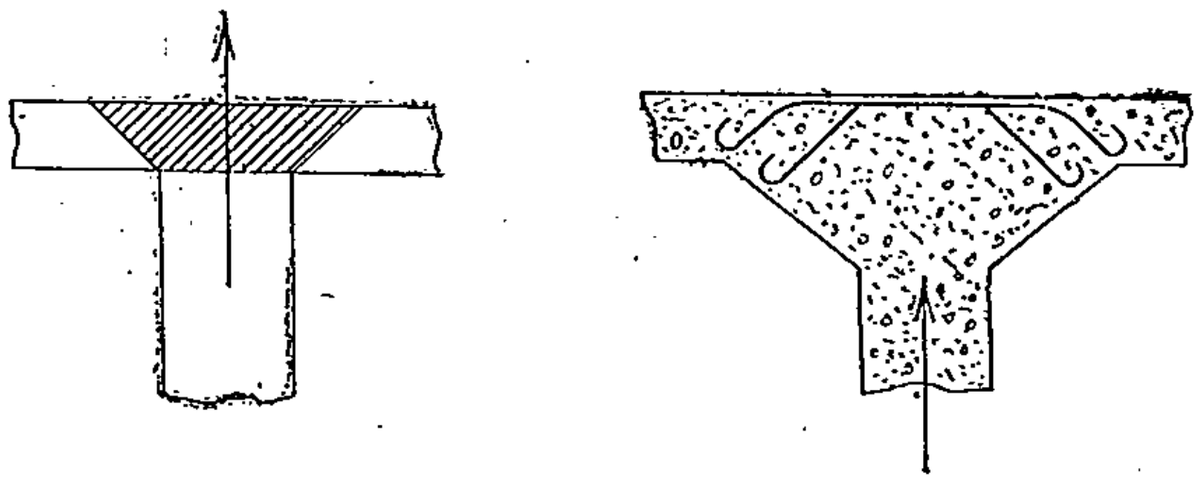


Fig. 12. — Poinçonnement des hourdis.

En ce qui concerne la fissuration des parois verticales, il faut noter que, dans les silos de grande hauteur, la pression latérale est réduite et finit par devenir constante, grâce au frottement du contenu sur les parois. Plus ces parois sont lisses, plus grande est la pression, qui diminue au contraire avec leur rugosité.

Or, suivant la nature du squelette du béton, celui-ci peut subir avec le temps un certain polissage par le frottement du contenu des silos, polissage qui augmente la poussée sur les parois. C'est la raison pour laquelle certains silos, ayant donné de bons résultats au début, se sont fissurés par la suite.

Il est prudent de tenir compte du polissage éventuel des parois, en adoptant pour le coefficient de frottement un chiffre inférieur à celui déterminé directement sur le béton neuf.

On peut admettre, dans la plupart des cas courants,

un angle de frottement d'environ 18 à 20° sur le béton armé, ce qui conduit aux formules suivantes :

— *Pression horizontale maximum sur les parois verticales :* Elle est indépendante de l'angle naturel d'éboulement de la matière ensilée.

$$P\,h = \frac{3\,n\,F}{U}, \text{ en désignant par :}$$

— n : le poids spécifique de la matière ensilée;
— F : la surface de la section d'une cellule;
— U : le périmètre d'une cellule.

Pour une *cellule circulaire* de diamètre d, on obtient :

$$P\,h = 0{,}75\,n\,d$$

et pour une *cellule carrée* de côté a :

$$P\,h = 0{,}75\,n\,a.$$

— *Pression verticale maximum sur les mamelles ou le fond des cellules :*

Elle est égale à la pression horizontale multipliée par le coefficient :

$$K = \frac{1}{\operatorname{tang}^2\left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)},$$

α étant l'angle naturel d'éboulement de la matière ensilée.

On peut admettre approximativement :

Pour du ciment.	K = 4,60
Pour du blé	K = 2,50
Pour du charbon bitumineux . .	K = 3,70
Pour de l'anthracite.	K = 2,70
Pour du sable sec.	K = 3,70

k) *Cadres ou portiques :* Dans les *bâtiments courants*, il est en général inutile de calculer les poteaux à la flexion pour tenir compte de leur solidarité avec les planchers. On peut se borner à réduire arbitrairement de

20 % les taux limites du travail des matériaux pour les poteaux en façade ou au droit des joints de dilatation.

Dans les cas spéciaux où le calcul plus exact de cadres ou de portiques s'impose, il suffit d'appliquer les formules contenues dans divers ouvrages, notamment dans celui sur les cadres rigides de M. Kleinlogel, qui résume la plupart des cas courants de la pratique.

l) *Joints de dilatation :* Dans toute construction courante de plus de 30 à 40 m de longueur, il faut s'assurer que des joints de dilatation ont été prévus.

m) *Charges isolées sur les poteaux :* Lorsqu'une poutre ou un dispositif d'articulation de faible largeur repose

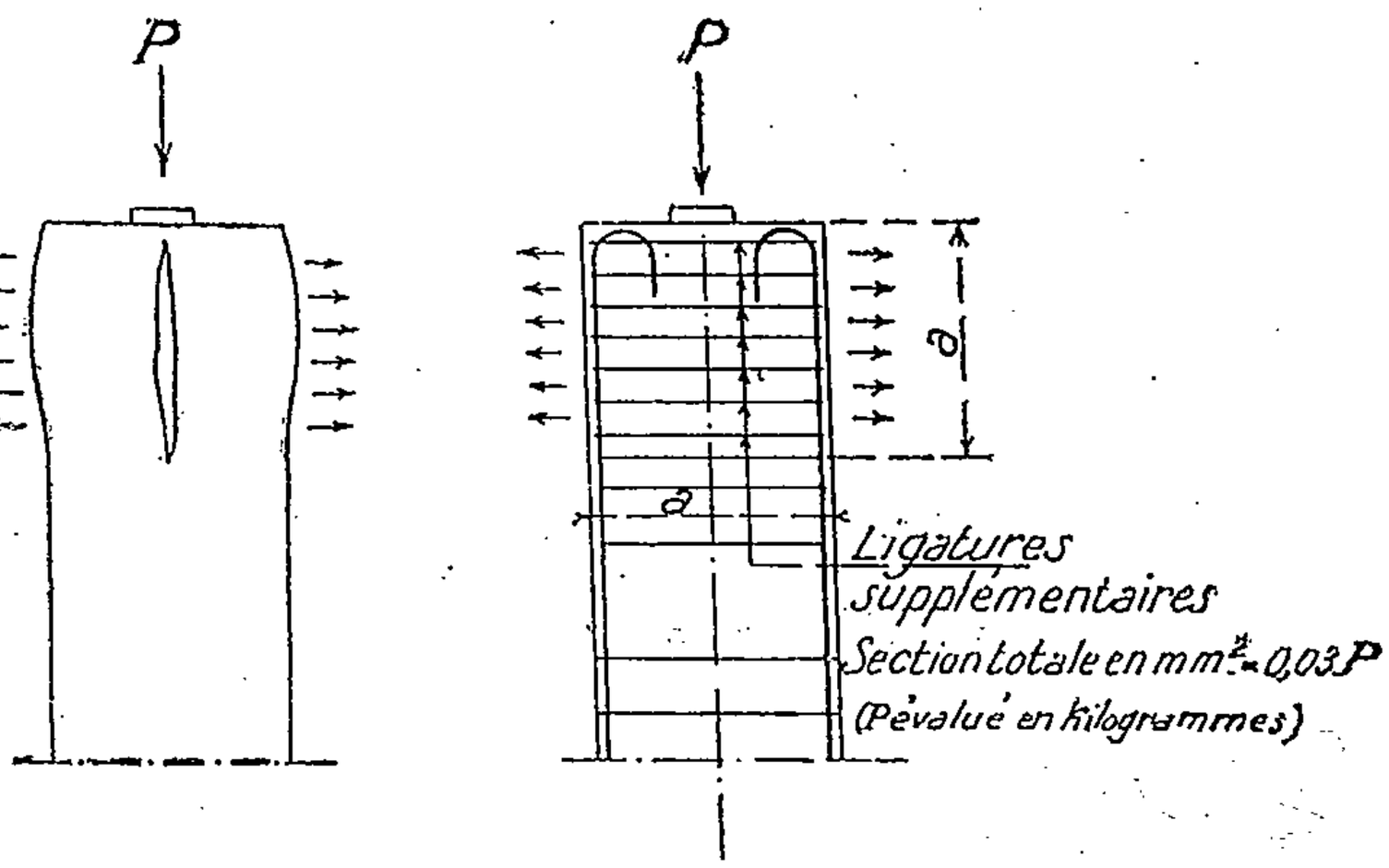


Fig. 13. — Charge isolée agissant dans l'axe d'un poteau (articulation).

sur un poteau plus large, celui-ci tend à se fendre verticalement suivant son axe (*fig. 13*).

Pour y parer, il suffit de répartir uniformément, sur une hauteur égale à la largeur du poteau, des ligatures horizontales dont la section totale est sensiblement égale à :

$F = 0{,}03\ P$, en kg et mm².

Pour une charge de 30.000 kg, par exemple, la sec-

tion totale des ligatures horizontales serait voisine de $0{,}03 \times 30.000 = 900$ mm².

Ces ligatures doivent être soigneusement recourbées en forme de crosses ou de boucles à leurs extrémités, pour éviter le glissement de celles-ci.

n) *Fumées et incendie :* Les fumées des locomotives, qui contiennent des composés sulfureux, attaquent en général le béton, surtout lorsque celui-ci est soumis à l'humidité. Le béton en cours de prise est particulièrement sensible à leur attaque. Il faut prévoir d'une part une surépaisseur de 2 à 3 cm de la couche d'enrobage des armatures, et d'autre part, un béton aussi compact que possible.

Dans les entrepôts de matières combustibles, il est prudent d'adopter également des surépaisseurs d'enrobage et d'éviter des poteaux grêles armés de barres de gros diamètre.

c) *Murs de soutènement* : Les coefficients de poussée se trouvent dans divers ouvrages. notamment dans les tables de Résal.

Les deux principales erreurs que commettent certains constructeurs concernent la poussée des terrains immergés.

— ils ne tiennent pas compte du fait que l'angle naturel d'éboulement est réduit par l'immersion, et la poussée majorée en conséquence.

— ils attribuent aux terrains immergés, par application du principe d'Archimède, une densité réduite d'une unité, soit couramment $1{,}6 - 1 = 0, 6$.

Or, dans les terrains meubles, la partie pleine à laquelle s'applique le principe d'Archimède est voisine des deux tiers seulement du volume brut, de telle sorte que la densité est sensiblement égale à :

$$1{,}6 - \frac{2}{3} = 1 \text{ en chiffre rond.}$$

La pression de l'eau s'ajoute naturellement à celle propre du terrain.

Dans les terrains émergés, une erreur fréquente consiste à appliquer la résultante des poussées au tiers de la hauteur du mur à partir de sa base dans le cas d'une surcharge agissant sur le terre-plein.

p) *Soulèvement des cuves enterrées, cuves en sous-sol, etc. :* Certains constructeurs admettent qu'il est inutile de tenir compte intégralement de la sous-pression de l'eau qui tendrait à soulever des cuves enterrées, en raison de la perte de charge que produit le passage de l'eau dans le terrain.

Or, en réalité, cette perte de charge ne se produit complètement que si l'eau est en mouvement.

Cette conception ne peut, en conséquence, être admise que pour les *crues de courte durée*, la sous-pression des niveaux permanents pouvant au contraire se manifester petit à petit avec le temps.

Étant donné que le poids des cuves et la sous-pression maximum de l'eau peuvent être évalués avec une exactitude relativement grande, le coefficient de sécurité au soulèvement peut être en général réduit au voisinage de l'unité.

q) *Hangars d'aviation :* Il arrive parfois qu'un jeu insuffisant est prévu entre les portes roulantes et l'auvent des hangars d'aviation, ce qui provoque le coincement de ces portes.

En principe, on peut admettre que la flèche permanente d'une toiture courante à forme parabolique surbaissée au sixième est de l'ordre de grandeur de $\frac{1}{1.000}$ au moment du décintrement, puis augmente progressivement pendant 4 à 5 années pour se stabiliser aux environ de $\frac{1}{700}$.

Pour des hangars à voûte parabolique de 50 m de

portée, il est donc prudent de prévoir une contreflèche de moulage d'environ 70 mm et un jeu des portes supérieur à ce chiffre.

r) *Fortifications :* Lorsqu'il s'agit de remplacer un blindage en gros béton par une paroi moins épaisse en béton armé pour résister au choc des projectiles, certains techniciens se bornent à réaliser l'égalité de la stabilité ou de la résistance statique des deux éléments.

Cette conception est erronée, car un mur épais présente sur une paroi mince le double avantage de sa plus grande inertie et de l'action relativement moins importante de la destruction locale au point de choc.

Il convient donc de pénaliser les parois minces par rapport aux parois épaisses.

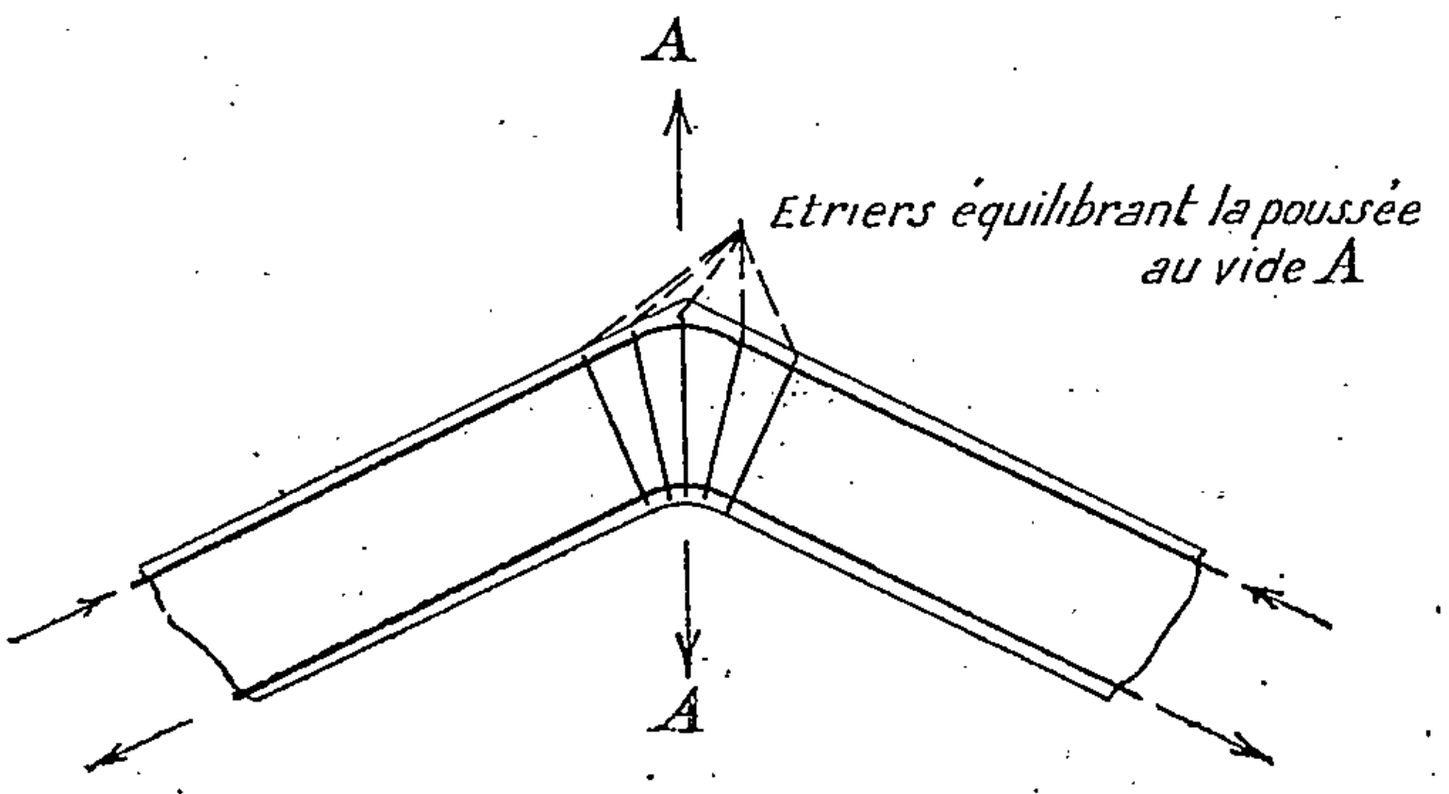
Si complexe que soit en réalité la question, on peut admettre, comme première et grossière approximation, que les résistances statiques de deux parois d'épaisseur différentes doivent être inversement proportionnelles à leur épaisseur.

En d'autres termes, si l'on veut remplacer par exemple un blindage de 6 m par une paroi équivalente de 2 m d'épaisseur, les armatures et le dosage du béton de cette dernière devront être déterminés de manière à réaliser un moment résistant ou de stabilité au moins égal au triple du moment qui provoquerait la rupture ou le renversement du blindage le plus épais.

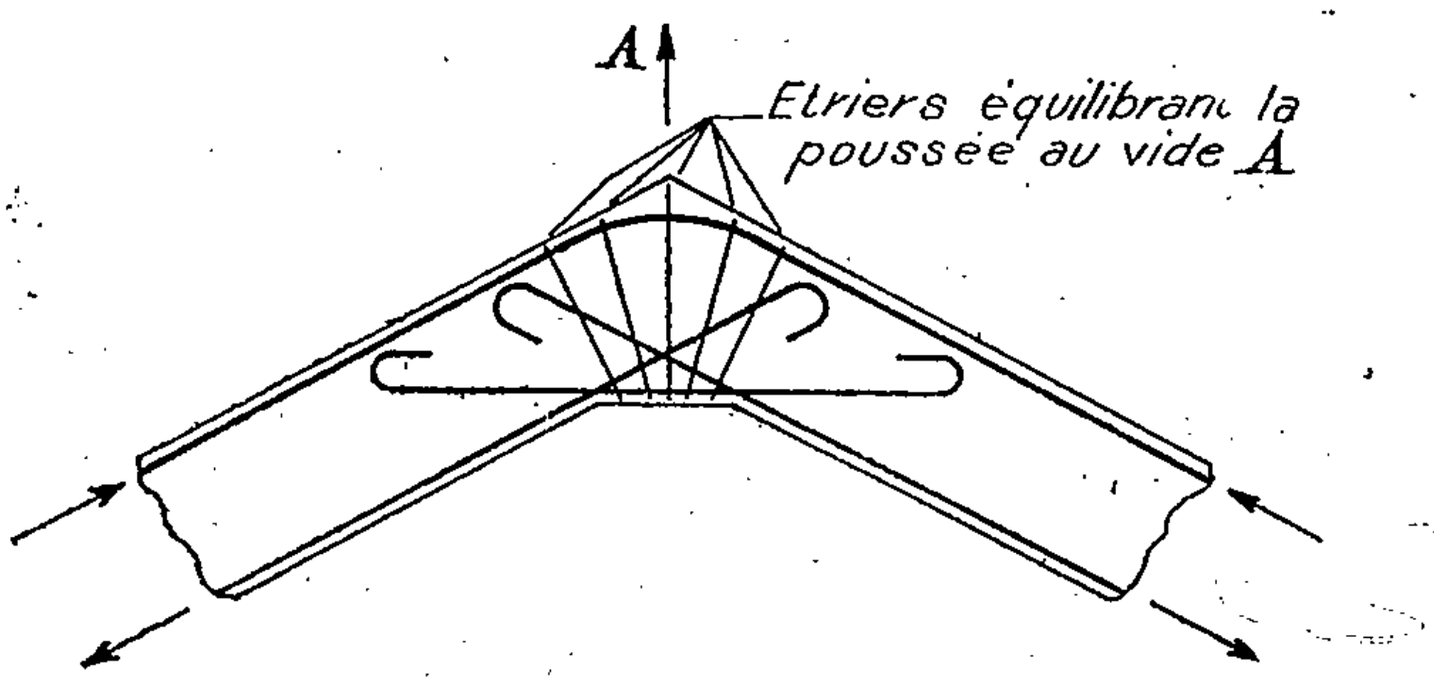
s) *Tractions ou poussées au vide :* Lorsqu'une barre tendue est courbée ou pliée comme l'indique la *figure 14-a*, il se produit une traction au vide A, susceptible de faire éclater le béton vers l'extérieur et de provoquer le descellement des barres, si des étriers spéciaux ou renforces ne sont pas prévus pour équilibrer cet effort supplémentaire. Il est souvent préférable de prolonger les barres tendues en ligne droite comme indiqué sur la *figure 14-b*. De même, un hourdis curviligne travaillant par compression subit de ce fait des poussées au vide

qui doivent être équilibrées, d'une part, par des étriers, d'autre part, par le renforcement de ses armatures entre les nervures.

La méconnaissance de ces faits a provoqué de nom-



a, 1er dispositif.



b, 2e dispositif.

Fig. 14. — Poussée au vide.

breux mécomptes, notamment dans des toitures à deux rampants.

t) *Vérification des sections sollicitées à la flexion* : Si la connaissance exacte du taux de travail des divers matériaux présente un réel intérêt pour le constructeur qui doit rechercher les solutions les plus économiques, elle n'intéresse le contrôleur qu'au seul point de vue de

savoir si ces taux sont ou ne sont pas inférieurs aux limites admissibles.

Il lui importe peu, par exemple, qu'un béton travaille à 25, 30 ou 45 kg, du moment que la limite de 50 kg n'est pas dépassée.

Il peut donc appliquer sans inconvénient la méthode simpliste habituelle qui est la suivante (*fig. 15*).

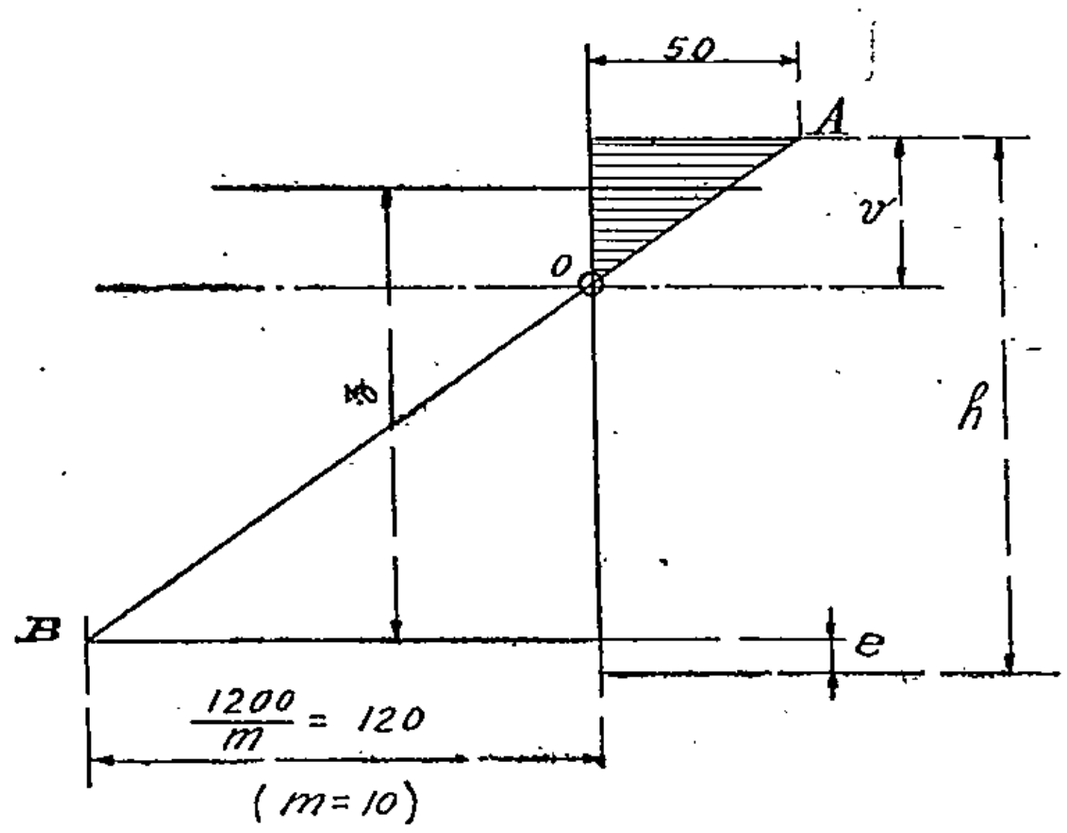


Fig. 15. — Section sollicitée à la flexion.

On porte sur la fibre comprimée extrême du béton, en A, le taux de travail limite, par exemple 50 kg : cm².

Sur l'axe des armatures tendues, on porte le taux de traction de l'acier, divisé par le cœfficient d'équivalence m, soit par par exemple :

$$\frac{1.200 \text{ kg} : \text{cm}^2}{m = 10} = 120 \text{ kg} : \text{cm}^2, \text{ en B.}$$

La droite A-B, représentant la déformation supposée plane de la section, détermine l'emplacement O de la fibre neutre.

Si la section est rectangulaire (*fig. 16*), le bras de levier est égal à $z = h - e - \frac{v}{3}$ et la composante de flexion est donnée par la formule : $F = \frac{M}{z}$, ce qui permet d'obtenir la contrainte des armatures.

Si a est la largeur de la poutre, la compression maximum du béton est égale à : $Rb = \frac{2\,F}{a\,\varphi}$.

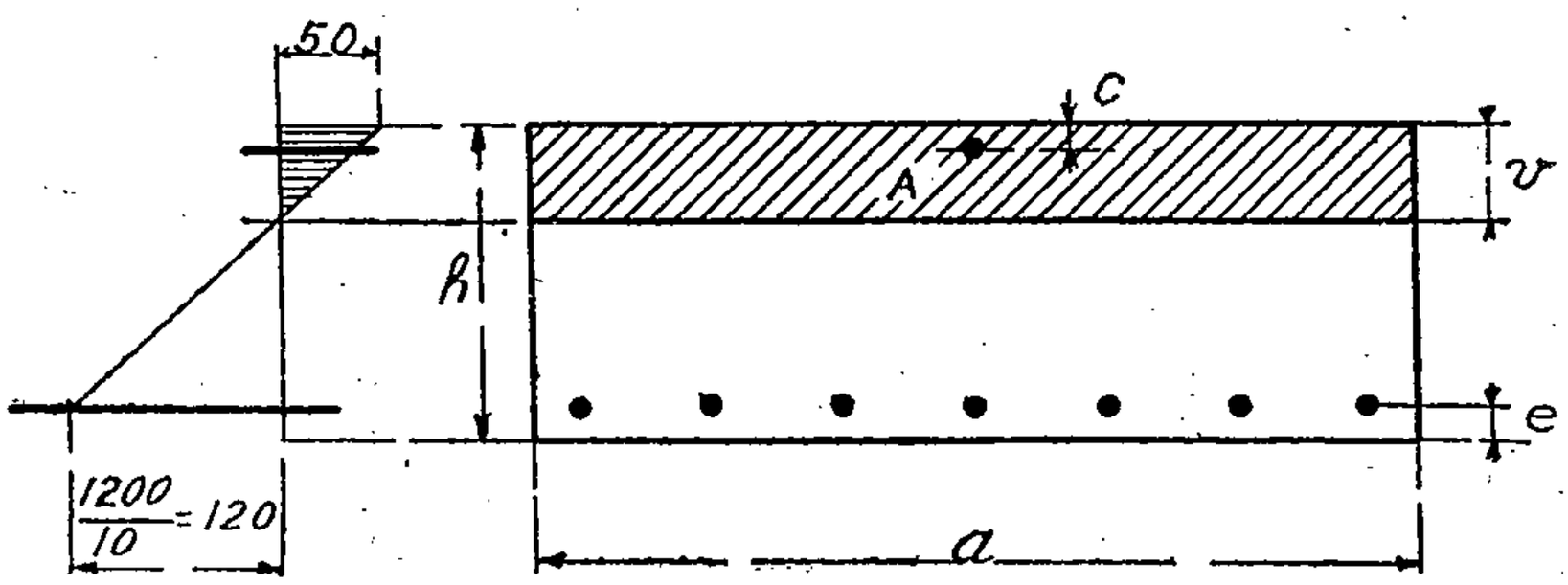


Fig. 16. — Cas d'une section rectangulaire.

Dans le cas où la poutre est à section T (*fig. 17*), avec un hourdis d'épaisseur t et de largeur $2\,b$, on admet que le centre de compression est à une distance des fibres extrêmes comprise entre $\frac{\varphi}{3}$ et $\frac{t}{2}$ et l'on donne à z la valeur approximative : $z = h - e - \frac{t}{2}$, $\frac{t}{2}$ ne devant naturellement pas être supérieur à $\frac{\varphi}{3}$.

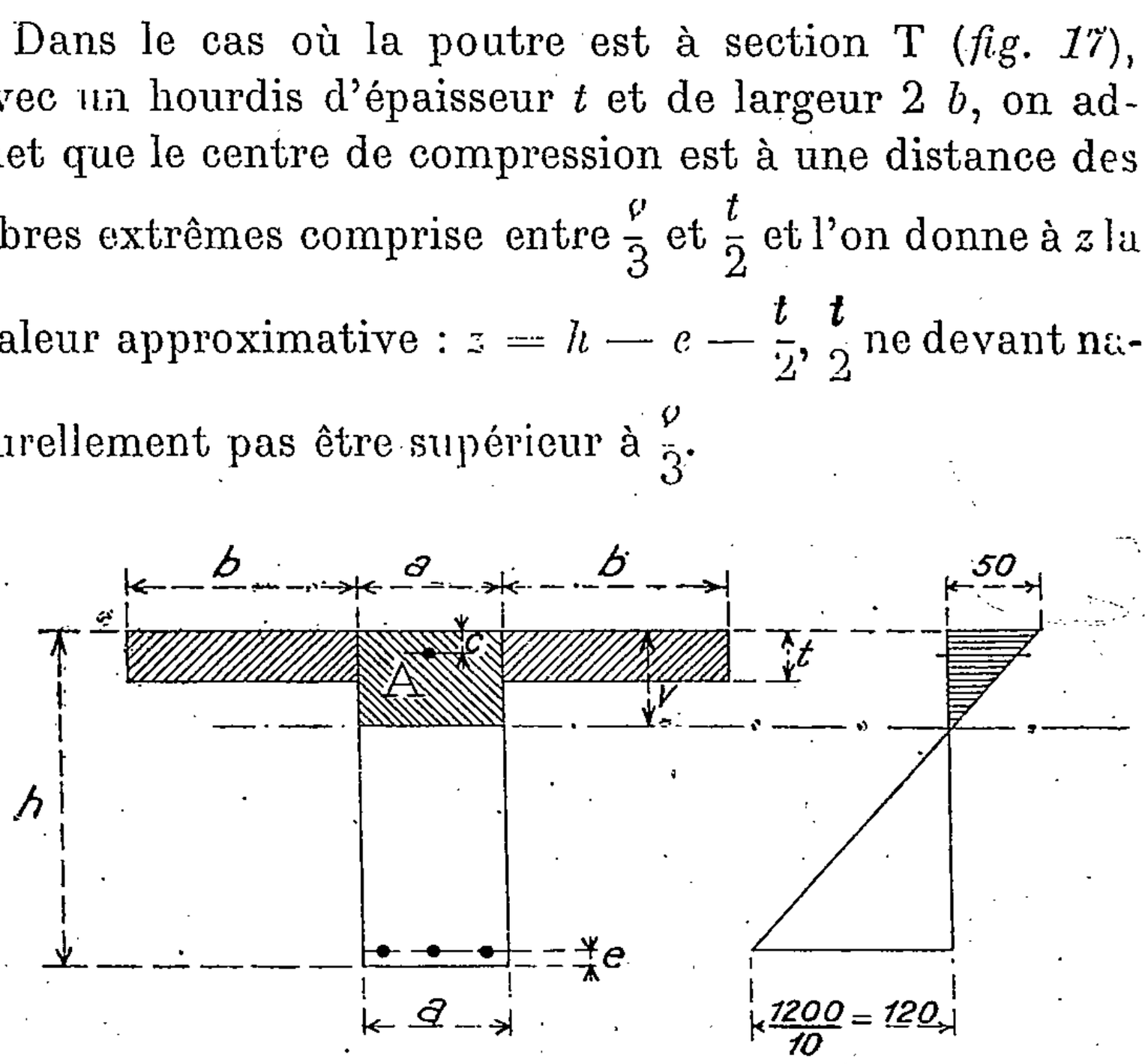


Fig. 17. — Cas d'une section en T.

La section fictive comprimée, supposée sollicitée de façon uniforme, est alors égale à :

$$B = \frac{a\,v}{3} + 2\,b\,t\,\frac{v - \frac{t}{2}}{v}$$

d'où l'on tire :

$$R\,b = \frac{F}{B}.$$

En négligeant la nervure on obtient, en désignant par n la largeur totale ($a \times 2\,b$) de hourdis intéressée à la résistance :

$$B = n\,t\,\frac{v - \frac{t}{2}}{v}.$$

S'il existe en compression des aciers de section totale A, dont l'axe est situé à une distance c de la fibre extrême comprimée, la section B est à majorer de :

$$A\,m\,\frac{v - c}{v}.$$

Quelle est la principale erreur scientifique de cette méthode?

Trois cas peuvent se présenter :

— Si le taux de travail réel du béton est inférieur à la limite admise dans le tracé de la *figure 15*, on aura évalué la section comprimée par excès, c'est-à-dire la contrainte du béton par défaut; cette erreur est sans importance au point de vue du contrôle puisqu'alors le taux de compression est inférieur au taux limite.

— Si le taux de travail réel est égal au taux limite, les résultats sont rigoureux.

— Enfin, si le taux réel est supérieur au taux limite, la formule accuse par excès le dépassement et accentue le caractère inadmissible de la section proposée.

Quant aux armatures, qui sont presque toujours réalisées de manière à travailler au voisinage du taux limite, la formule simpliste conduit à des valeurs déterminées légèrement par excès dans le cas où le taux de travail du béton est inférieur à son taux limite.

La formule simpliste, qui est d'une application très rapide, permet donc de contrôler avec sécurité les sections sollicitées par flexion.

On peut appliquer un principe analogue dans le cas de la flexion composée.

u) *Barres pliées et étriers :* Le rôle des barres pliées peut être assimilé à celui des diagonales tendues d'une poutre réticulée (*fig. 18*).

Dans les panneaux fermés, c'est-à-dire pour lesquels l'action d'une diagonale tendue S est complétée par celle d'une diagonale comprimée C, on peut les envisager comme appartenant à un treillis *double.*

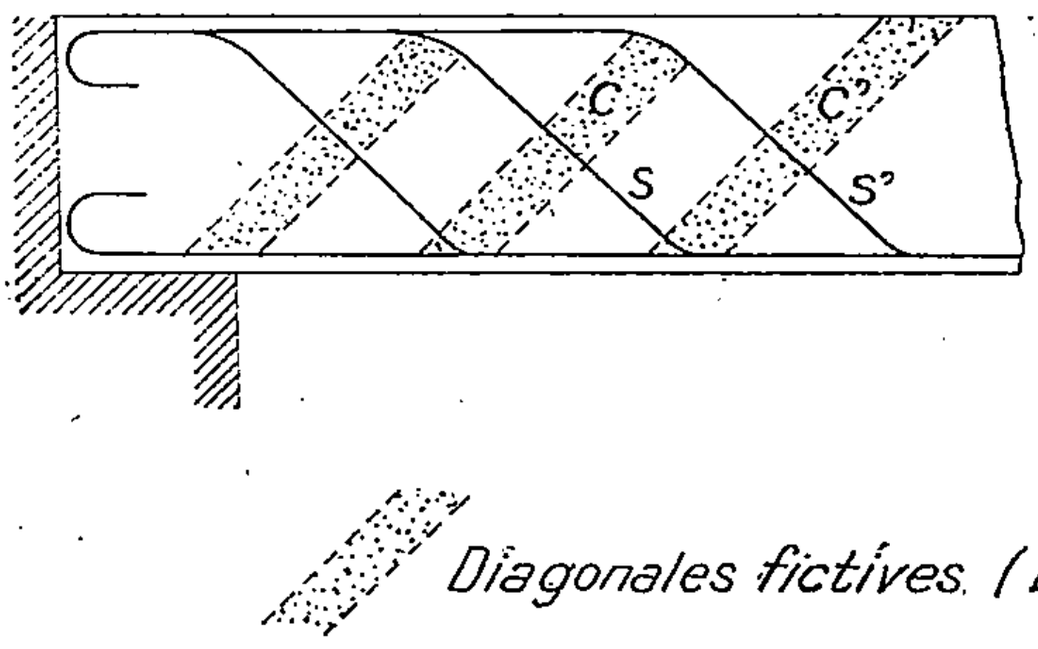


Fig. 18. — Fonctionnement des barres pliées.

Par contre, pour les panneaux ouverts où aucune armature n'équilibre la poussée de la diagonale C, la barre tendue S doit être considérée comme appartenant par contre à un treillis *simple.*

C'est une distinction fréquemment négligée par certains constructeurs.

Quant aux *étriers verticaux*, ils doivent être calculés en traction et considérés comme les montants d'une poutre réticulée dont le béton réalise les diagonales comprimées (*fig. 19*).

Certains constructeurs prétendent que l'on peut n'attribuer aux étriers que la part des efforts qui dépassent la résistance du béton au cisaillement.

Cette prétention est inadmissible, car l'expérience a démontré que les étriers ne donnent leur plein effet qu'après fissuration du béton, ce qui exclut l'hypothèse d'un travail simultané effectif des deux matériaux.

Par ailleurs, les fissures inclinées sensiblement à 45 % qui se produisent normalement sous l'effort tranchant sont provoquées par la rupture du béton *à la traction* et non au cisaillement.

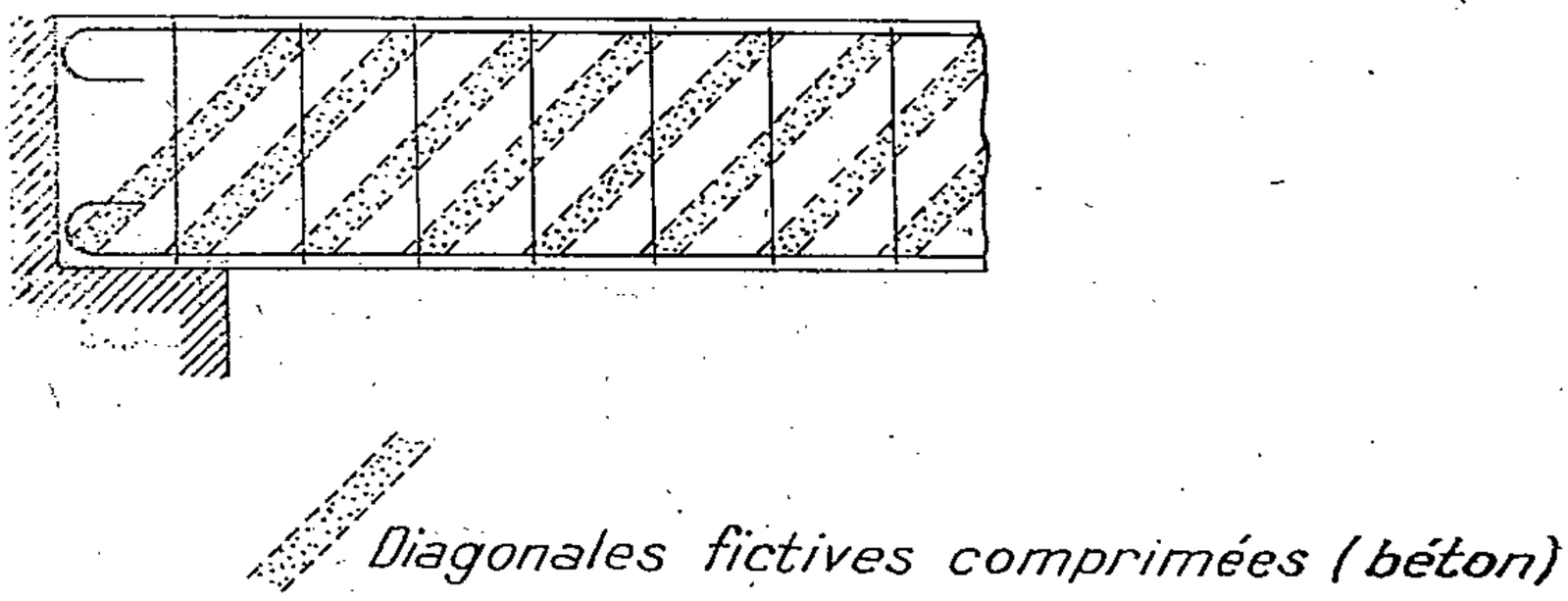


Fig. 19. — Fonctionnement des étriers verticaux.

Et, comme les règlements interdisent de tenir compte de la résistance du béton tendu, on doit admettre qu'ils prescrivent le calcul des étriers dans le sens indiqué ci-dessus.

Il convient également de s'assurer que, dans les zones armées seulement d'étriers, sans barres obliques, le taux de travail théorique du béton au cisaillement, calculé sans tenir compte des armatures, n'excède pas 12 à 16 kg par cm², afin d'avoir une certaine garantie contre la production de fissures.

Enfin, il importe de ne pas négliger de vérifier le taux d'adhérence des barres supérieures au droit des extrémités encastrées des poutres simples ou continues et des barres inférieures au droit des extrémités des poutres reposant librement sur leurs appuis.

(*A suivre.*)

Henri LOSSIER.

NOTE SUR UNE SONDEUSE MOBILE

ADAPTÉE A L'UTILISATION

DES PROCÉDÉS MODERNES DE FORAGE

(*Suite*) (1)

CHAPITRE III

L'UTILISATION DE LA SONDEUSE MOBILE

Renseignements à noter.

Pour tenir compte du désir formulé au cours du congrès de forage de septembre 1929, au sujet de l'unification des méthodes d'observation scientifiques et techniques, il faut faire noter pour chaque forage :

— l'appellation du sondage;
— la date du début du forage;
— la cote d'orifice;
— les diamètres successifs aux profondeurs forées;
— le mode de forage utilisé;
— les diamètres, épaisseurs et natures des tubages;
— les profondeurs des diverses couches de terrain, la direction de leur pendage, leur inclinaison, leur dureté;
— les cotes des pieds de colonnes de tubes.

De plus, il convient de noter, pour chaque journée de travail, l'heure du commencement et de la fin de chaque

---

(1) Voir la livraison d'avril 1932.

opération de forage, de manœuvre d'outil, de tubage, d'arrêt.

Les sondages de recherches.

Nous avons indiqué que ces sondages avait pour but de déterminer la nature géologique, la puissance et le pendage des différentes couches de terrains en un point donné, de faire, dans une nappe d'eau, les prélèvements nécessaires aux analyses chimiques et bactériologiques, les prises de température, des déversements de diverses natures.

Comme ces sondages n'ont, en général, qu'une faible durée d'utilisation, ils sont exécutés en réduisant autant que possible les frais de leur établissement.

L'exécution du forage. — Le diamètre du trépan avec lequel on entreprend le forage, est d'autant plus grand que le sondage est profond et que l'hétérogénéité des couches à traverser oblige à envisager la réduction possible du diamètre des tubages. D'une façon générale, il est intéressant, pour les sondages de recherches, d'éviter le coffrage du trou de sonde, toujours onéreux; le rotary, avec injection d'eau boueuse, consolidant les parois du trou et permettant d'exécuter le sondage avec un même diamètre paraît donc tout indiqué, tant que la dureté du terrain n'en interdit pas l'emploi. Avec ce procédé, il est possible d'atteindre, sans coffrer, de grandes profondeurs, si l'eau boueuse utilisée a, pour chaque couche traversée, une teneur en argile et une densité convenable. Cette densité doit croître avec la fissuration et la densité de la roche attaquée. Il est recommandé d'utiliser, pour la préparation de cette eaux boueuse, l'argile plastique sparnacienne des environs de Provins finement pulvérisée.

L'attaque du forage s'effectue en utilisant le battage par percussion, pour traverser les remblais de surface, en général très hétérogènes; on tube au fur et à mesure

de l'avancement et jusqu'à ce qu'on atteigne les couches de terrain en place. A ce moment seulement, on utilise le rotary avec le trépan du diamètre immédiatement inférieur.

Le rotary de cette sondeuse convient pour attaquer les argiles, les marnes dures, la craie; dans l'état actuel de la fabrication des trépans en queue de poisson utilisés avec le rotary, on n'arrive pas à leur donner une résistance suffisante à l'usure pour permettre l'attaque efficace des roches dures. Pour l'attaque de ces dernières, le rotary est remplacé par le battage à percussion qui utilise un trépan de forme plus compacte; avec ce dernier procédé, il faut prendre soin de faire exécuter, au trépan, un tour complet par six coups de battage. La hauteur de chute et le nombre de coups par minute dépendent de la dureté de la roche; pratiquement, pour une puissance utilisable donnée, on obtient un meilleur rendement, lorsque le trépan tombe 40 fois par minute, avec une chute déterminée, que lorsque ce même trépan tombe 50 fois par minute, avec une chute moins élevée. Avec la sondeuse décrite, la vitesse d'entraînement du balancier ne peut varier que dans de faibles proportions puisqu'il n'y a pas de changement de vitesse. Comme on dispose de 3 hauteurs de chute et que la puissance normale du moteur correspond à la chute la plus élevée, on utilisera cette dernière pour toutes les roches qui ne sont pas assez dures pour risquer de briser le trépan tombant de la hauteur de chute la plus élevée.

Avec le battage par percussion, lorsque les couches supérieures du terrain sont ébouleuses, il faut éviter que le battement du câble détruise la stabilité de la paroi; aussi, dans ce cas, est-on obligé de tuber et de continuer parfois le forage avec un diamètre plus petit.

A titre d'indication, les avancements normaux réa-

lisés par la sondeuse, en une journée de 8 heures, sont approximativement les suivants :

NATURE DU TERRAIN	AVANCEMENT PAR JOURNÉE DE 8 HEURES	
	Battage à percussion	Rotary
Marnes demi-dures	6 m.	14 m
Craie sans silex	5 m	11 m
Travertins	2 m	0 m 20
Grès de Fontainebleau	0 m 15	0 m 01

Le sondage géologique. — Il convient de suivre attentivement la nature des débris de roche remontée; dans le cas du rotary, l'eau boueuse provenant du forage doit passer d'abord sur un premier tamis, afin de briser le jet d'eau d'injection et d'éviter ainsi la pulvérisation des débris remontés; ces débris sont arrêtés par un deuxième tamis; puis, par des lavages et un séchage, on dégage facilement, de l'argile, les débris de roche; cet examen peut se faire à un moment quelconque et d'une manière continue; il faut observer que les résultats d'échantillonnage peuvent être faussés par les retombages des débris de la paroi non encore tubés; mais ces débris sont généralement plus fins que ceux ayant pour origine la base du sondage.

Les débris sont classés dans des flacons dont l'étiquette indique la profondeur où ils ont été trouvés, l'épaisseur de la roche et sa nature; pour chaque échantillon de terrain, il faut donner une définition exacte (nature minéralogique, couleur, dimension et nature des grains).

Pour avoir plus de précision, on prend une carotte dès que la nature du terrain change; à cet effet, il suffit de remplacer le trépan par le tube à grenaille ou par la couronne dentée suivant la dureté de la roche, puis

de donner à la table la vitesse de rotation spéciale au carottage. En outre, le débit de la pompe doit être réduit à 120 litres/minute injectés à la pression de 4 kgs environ.

Pour chaque prise de carotte, il est intéressant de déterminer à l'aide d'un stratamètre, la direction de la stratification du terrain, dont la carotte fait d'ailleurs connaître l'inclinaison.

L'examen des débris remontés et surtout l'étude des carottes doivent permettre d'établir une coupe géologique exacte des terrains traversés et de déterminer la stratification de ces terrains; l'analyse des échantillons précise les bases des études hydrologiques.

Les recherches hydrologiques. — Si le forage est destiné à l'étude d'une nappe d'eau, les prélèvements, les pompages et les déversements doivent pouvoir être exécutés sans craindre l'éboulement des parois colmatées à l'eau boueuse. Il faut donc tuber; mais, étant donné le caractère provisoire de ce forage, il est intéressant de pouvoir récupérer facilement le tubage qui coûte très cher. Dans ce but, dès que le forage est terminé, on y descend une colonne constituée par des éléments de tube, réunis par des manchons vissés; la colonne est placée en une seule fois. On prend soin de munir la base d'un obturateur (fig. 3) destiné à boucher la partie annulaire et qui peut être constitué par une dizaine d'épaisseurs de forte toile d'emballage; cet obturateur est disposé autour du tube de façon à se replier pendant la descente et à constituer, à l'intérieur du forage, un joint analogue à ceux que l'on exécute avec le cuir embouti. Si la nappe étudiée est dans du sable, il est prudent de munir la base du tubage d'un filtre de l'un des types qui seront étudiés au paragraphe suivant.

Après la mise en place du tube, la base du forage doit être décolmatée; à cet effet, on place, au bout du câble de forage, un piston plongeur qui peut être

constitué par une cuillère lestée et obturée que l'on remonte rapidement, à l'aide du câble de curage.

Lorsque l'étude de la nappe est terminée, la colonne tubée et son filtre peuvent être ramenés à la surface du sol.

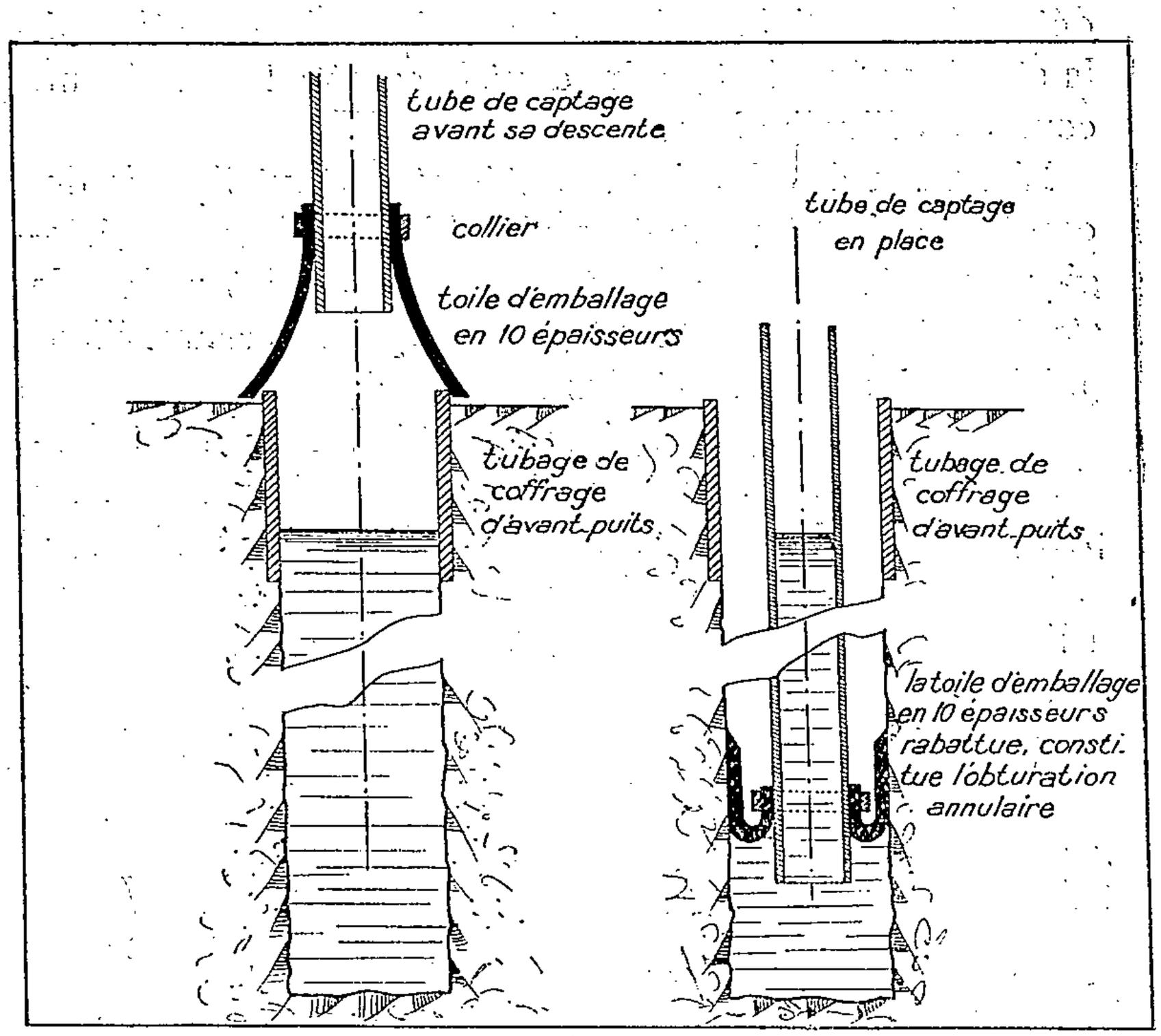


Fig. 3. — Constitution d'un obturateur annulaire.

Dans le cas du battage par percussion où il sera nécessaire, en général, de coffrer le forage sur toute sa hauteur, au fur et à mesure de l'avancement du trépan, l'étanchement obtenu avec les tubes rivés de coffrage ne sera pas suffisant, car, si des couches aquifères existent dans les terrains supérieurs, des arrivées d'eau peuvent venir fausser les résultats de l'analyse des eaux de la nappe étudiée; la descente d'une colonne vissée devra donc être également envisagée.

Les sondages de captage.

L'exécution d'un captage profond est toujours utilisé pour reconnaître la nature géologique des différentes couches de terrain rencontrées; il convient donc de prendre les précautions indiquées au paragraphe précédent pour l'exécution des sondages géologiques.

Certains forages, cependant, comme ceux exécutés pour les armées en campagne, auront pour but unique le captage de l'eau dans une nappe profonde et la rapidité d'exécution présentera un intérêt tout particulier.

Il est bien évident que le forage par rotation, qui permet l'évacuation des déblais et la consolidation des parois du trou, au fur et à mesure de l'avancement, est beaucoup plus rapide que le forage par battage, qui nécessite des interruptions fréquentes pour le curage et la mise en place des tubes de coffrage. Aussi, le rotary sera-t-il utilisé tant que la dureté de la roche n'en interdira pas l'emploi.

Le forage n'est qu'un moyen d'atteindre la nappe souterraine; il faut ensuite l'équiper en vue de capter l'eau avec toutes les précautions dictées par l'hygiène; enfin, il faut déterminer le débit maximum au-dessus duquel le puits s'ensable et se colmate.

Le tubage. — Le tubage d'un forage de captage doit faire l'objet de dispositions spéciales pour éviter de mélanger, à l'eau de la nappe captée, celle provenant des nappes supérieures plus ou moins contaminées. Il faut donc que le tubage soit d'une étanchéité parfaite.

A cet effet, lorsque le trou de sonde, dont les parois seront soutenues ou par des tubes de coffrages, ou par un colmatage à l'eau boueuse, sera terminé, on descendra, en une seule fois, la colonne de captage constituée par une série d'éléments réunis par des manchons vissés; ces éléments auront au moins 5 mm d'épaisseur

pour résister aux corrosions et aux usures dues à l'entraînement éventuel du sable. Cette colonne sera munie, s'il y a lieu, d'un filtre à sable placé à sa base, et d'un ou plusieurs obturateurs destinés à boucher l'espace annulaire compris entre la colonne et les parois du trou de sonde; si le sondage est coffré avec des tubes de tôle, chaque obturateur pourra être constitué par une couronne de caoutchouc plat de 6 mm d'épaisseur enserré par deux cornières circulaires fixées au tube. Si le sondage est simplement colmaté à l'argile, on utilisera le procédé indiqué au paragraphe précédent.

Il sera souvent utile de remplir l'espace annulaire, depuis la base du forage jusqu'à la surface du sol, par un coulis de ciment constitué en mélangeant, à un mètre cube d'eau, 150 kgs de ciment de Portland d'une mouture très fine. Ce coulis est refoulé à l'aide d'une pompe par un tube d'acier de 2 cm de diamètre intérieur qui descend jusqu'au point de déversement; il faut une dizaine de jours pour obtenir la prise. La hauteur de cimentation réalisable dépend des qualités de prise du ciment utilisé et de la pression de refoulement.

Enfin, la colonne tubée de captage doit avoir un même diamètre, sur toute sa hauteur, afin d'éviter que se produise, à la profondeur du changement de diamètre une diminution de la vitesse de l'eau et, par suite, le dépôt de certaines matières en suspension dans l'eau.

Le captage dans les sables. — Dans un forage profond atteignant des sables aquifères, le dispositif de captage proprement dit, placé à la base du tubage, n'exercera aucune influence sur la qualité des eaux captées qui dépend, essentiellement, du pouvoir filtrant, du pouvoir nitrifiant et de la nature minéralogique du sable, ainsi que de la longueur du chemin parcouru par les eaux; il faudra, bien entendu, que la colonne de cap-

tage mette les eaux captées à l'abri de toute pollution provenant des rentrées d'eaux superficielles plus ou moins contaminées.

Mais, de ce dispositif de captage peut dépendre, en grande partie, la quantité d'eau susceptible d'être captée et la stabilité du débit obtenu. Cette quantité d'eau est, déjà, en relation avec l'alimentation de la nappe et avec la perméabilité de la masse sableuse.

D'autre part, si nous considérons la poche établie dans cette masse, par le sondage, à la base du tubage, le débit capté est égal à la surface totale des parois de cette poche multipliée par la vitesse brute moyenne de l'eau à la traversée de cette paroi. Ces deux éléments, surface des parois de la poche et vitesse brute de l'eau à la traversée de cette paroi, dépendent évidemment du dispositif de captage proprement dit.

Tout d'abord remarquons que, si les parois de la poche ne sont pas soutenues (fig. 4), les sables s'équilibrent suivant un talus naturel dont la pente dépendra de la constitution granulométrique et minéralogique des sables, de la pression et de la vitesse de l'eau puisée. A cette pente correspondra un plafond de la poche plus ou moins étendu et d'équilibre plus ou moins stable. Par suite, si on ne prenait pas de précautions spéciales, toute variation du débit capté ou de la pression de l'eau à la base du forage, modifierait l'état d'équilibre de la poche et pourrait entraîner un éboulement et un ensablement du puits et, en définitive, la réduction du débit. Il semble donc utile de maintenir les parois sableuses avec un filtre à sable.

Cependant, certains entrepreneurs de forage ne munissent le tube de captage d'aucun filtre; ils admettent que l'eau, entraînant des éléments d'autant plus gros que sa vitesse est plus élevée, après un temps de fonctionnement du captage plus ou moins long, les éléments restés en place autour du point de captage seront d'au-

tant plus gros qu'ils seront près du pied de la colonne. Autrement dit, un noyau filtrant naturel se constituera. Malheureusement, si pour les raisons que nous venons d'indiquer, un éboulement se produit, le sable risque de remonter dans le puits en provoquant une

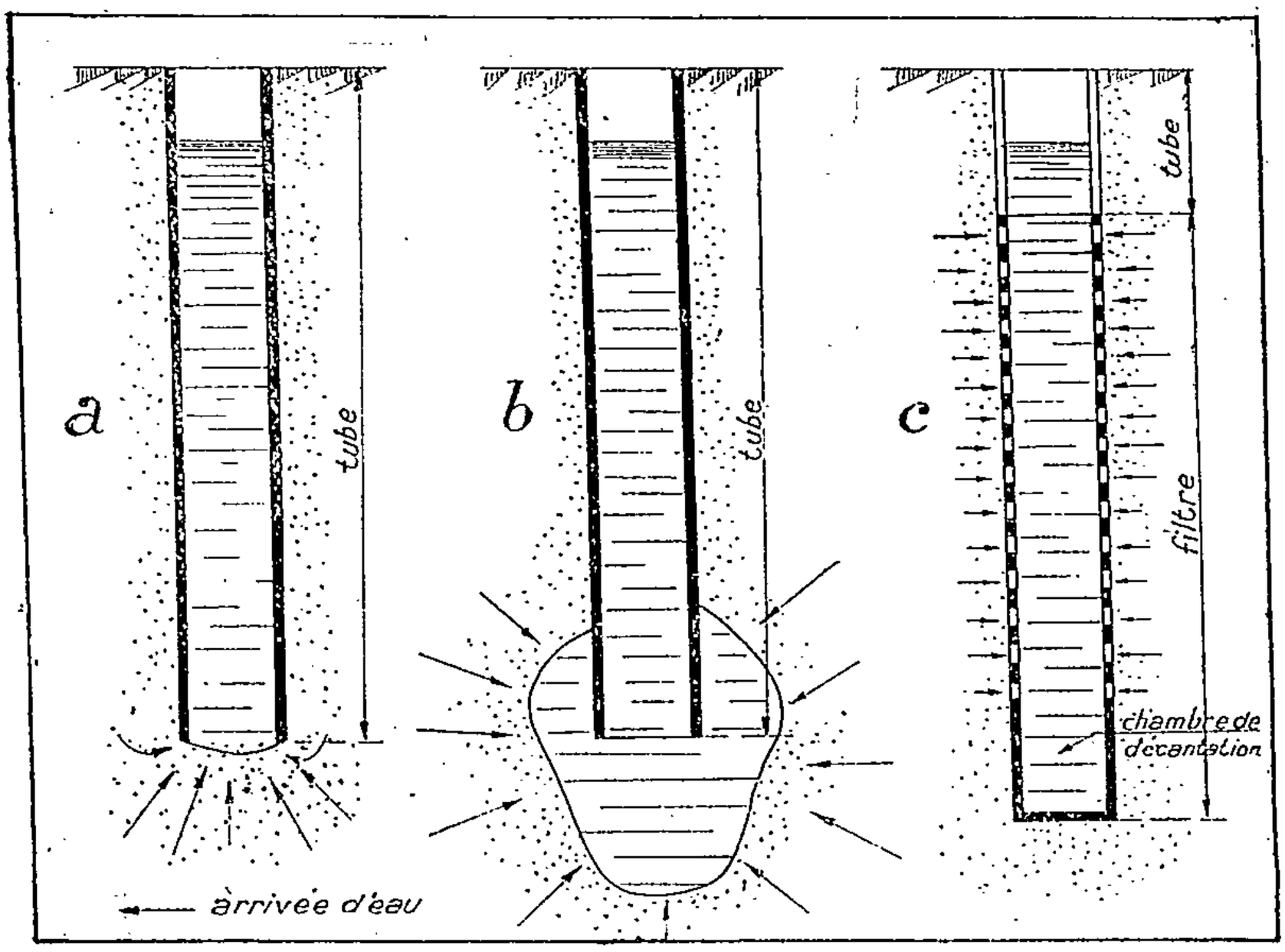


Fig. 4.
a, Poche sableuse dans un sable siliceux; *b*, la même dans un sable argileux; *c*, colonne de captage avec filtre.

réduction du débit. Le forage peut, évidemment, être facilement curé; cependant, la stabilité des sables aquifères reste modifiée, ce qui peut compromettre également la stabilité du débit.

Ce procédé ne se prête donc pas aux variations de débit, qui se produisent lorsque l'eau du forage est relevée à l'aide de machines sujettes à des arrêts; aussi est-il nécessaire de munir la base du tubage d'un filtre (fig. 4-*c*) destiné à maintenir les parois de la poche sableuse tout en laissant passer l'eau.

Les filtres à sable. — Les ouvertures de ces filtres devront être déterminées en tenant compte des considérations suivantes :

La grosseur des grains de sable entraînés croît avec la vitesse de l'eau; en conséquence, plus le débit du forage est grand, et plus les entraînements de sable sont importants; ces entraînements ont lieu autour du point de captage à l'intérieur d'un volume grossièrement sphérique, si le sable est homogène, et dont le diamètre dépend de la valeur de ce débit; on conçoit donc que, si le débit dépasse une certaine valeur, les entraînements de sable provoqueront la rupture d'équilibre de la masse et des éboulements; mais l'analyse granulométrique des sables aura permis de déterminer approximativement la grosseur du grain à partir de laquelle les éboulements risquent de se produire; les ouvertures du filtre ne devront donc pas laisser passer les grains de cette grosseur.

En outre, le débit puisé devra être tel que la vitesse de l'eau à travers le filtre reste inférieure à celle qui entraîne ces grains, afin qu'il n'y ait pas accumulation d'éléments de plus en plus fins autour du filtre; un sable contient, en effet, une plus ou moins grande proportion d'argile, facilement entraînée par l'eau et qui risquerait de colmater la masse des grains fins ainsi rassemblés. Enfin, les parois filtrantes devront être telles que les coincements des grains sableux ne pourront se produire dans leur épaisseur, ce qui pourrait entraîner le colmatage du filtre.

Si, toutefois, un colmatage de la masse ou des parois filtrantes se produisait, il pourrait être détruit assez facilement en utilisant le piston plongeur décrit au paragraphe précédent pour décolmater un trou de sondé à l'eau boueuse.

Ajoutons que, dans certaines cas, la vitesse de l'eau dans le tubage du forage est plus petite que la vitesse

effective dont elle était animée à travers la masse sableuse; aussi, certaines particules en suspension dans l'eau ont-elles tendance à se déposer dès leur entrée à l'intérieur du filtre; c'est pour cette raison que l'on prévoit parfois à la base de ces filtres une chambre de décantation où ces particules viennent se déposer.

Les filtres à sablé sont généralement construits avec un matériau peu oxydable ou inoxydable, comme l'acier au cuivre, le cuivre, l'ébonite, les grès. Ceux qui sont habituellement utilisés dans les forages profonds peuvent se ramener à deux types principaux :

a) Les crépines à fil enroulé, constituées par un tube percé de trous sur lequel s'enroule en hélice un fil de métal inoxydable dont la section est trapézoïdale, la petite base étant en contact avec ce tube d'acier; avec cette section trapézoïdale, les grains de sable ne peuvent se coincer et sont remontés par l'eau; le pas de l'hélice dépend de la grosseur maximum du grain de sable à arrêter;

b) Les crépines à persiennes, constituées par une série de lames circulaires inclinées, placées les unes au-dessus des autres; leur inclinaison et la distance libre entre deux lames dépendent également de la grosseur du sable à laisser passer.

Certains foreurs augmentent la poche sableuse en constituant, autour du filtre, un noyau de gravier; la vitesse de l'eau dans le sable est diminuée, ce qui limite les entraînements du sable. Voici comment ils procèdent : une fois la crépine posée, la base du puits est décolmatée en utilisant un piston plongeur; puis on pompe, de façon à obtenir un entraînement de sable; à l'aide d'un appareil spécial breveté, placé à la base de la tige de sonde et comportant un orifice venant se placer en face d'une ouverture prévue à la partie supérieure de la crépine, du gravier est envoyé par ledit orifice à l'extérieur de cette crépine, en vue de remplacer le

sable entraîné par le pompage. Un noyau filtrant est ainsi constitué qui a pour effet de diminuer la vitesse d'afflux de l'eau dans la masse sableuse. Les dimensions des ouvertures faites dans les parois en acier du filtre sont telles que le gravier déposé à l'extérieur ne puisse y pénétrer.

Le captage dans les terrains calcaires. — Les eaux des nappes des terrains calcaires circulent en général dans des fissures. S'il se trouvait du sable dans ces fissures, il serait prudent de munir la base de la colonne tubée, d'un filtre à sable; dans le cas contraire, le captage pourra se faire directement sans organe spécial.

Cependant, lorsqu'un forage est exécuté dans un tel terrain, il peut se produire que l'on n'atteigne pas une diaclase et que, par conséquent, le débit soit insignifiant. Il faut donc essayer d'élargir la cavité de base de telle façon qu'elle recoupe une fissure où la circulation d'eau soit assez active. A cet effet, lorsque la colonne a été mise en place, un tube d'acier de 5 cm de diamètre intérieur est descendu de telle façon que sa base se trouve à la profondeur des arrivées d'eau; on envoie par ce tube, avec une pression variable, de l'acide muriatique à 23° Baumé; bien entendu, lorsque l'injection est faite en pression, il faut obturer l'espace compris entre le tube d'acier et la colonne de captage. L'opération doit être conduite suivant l'absorption de l'acide par le forage; certaines précautions sont à prendre, car l'effervescence projette, hors du forage, à plusieurs mètres de hauteur, un liquide mousseux acide qu'il convient de rejeter dans le sondage.

L'acide attaque le calcaire, situé aux environs de la base de la colonne et développe une cavité, ce qui permet, en général, d'augmenter très sérieusement le débit initial du puits. Comme l'acide muriatique ne coûte que 700 francs la tonne, la dépense supplémentaire correspondante est relativement faible. C'est ainsi

que pour un forage captant, à 30 m de profondeur, des eaux dans la craie Senonienne de la Vallée du Loing, le débit a été porté de 3 litres à 6 litres-sec en déversant 2 tonnes d'acide dans le forage.

Les pompes. — Des considérations qui précèdent, il résulte que, pour un captage dans les sables, il existe un débit au-dessus duquel le puits risque de s'ensabler et de se colmater; à chaque puits correspond donc un débit maximum et, par suite, une pompe de caractéristiques particulières, lorsque ce débit maximum n'est pas obtenu par la force artésienne des eaux.

Il faut donc déterminer le débit stable maximum du puits; à cet effet, on commence par pomper un débit supposé acceptable; l'eau est déversée dans un réservoir de décantation; si, au bout d'un pompage de 24 heures, par exemple, il n'y a pas de sable dans le réservoir, c'est que le régime du puits est trop faible et le débit pompé est augmenté jusqu'à ce que les dépôts de sable soient obtenus. Le débit le plus élevé avec lequel il n'y a pas eu d'entraînements est le débit maximum du puits.

Pour un puits donné et au débit constituant la capacité maximum du puits, correspond une profondeur du plan d'eau que les expériences visées ci-dessus permettront de déterminer. Ce débit et la hauteur correspondante constitueront les caractéristiques générales de la pompe et permettront de choisir le type qu'il convient.

Nous n'envisagerons ici que les pompes profondes susceptibles d'être placées à l'intérieur du tube de captage; les types usuels sont les suivants :

a) *Les pompes à piston.* — La pompe verticale est suspendue à la conduite de refoulement placée à l'intérieur du forage; il faut rechercher les types où la tige du piston ne travaille qu'à la traction; le travail à la compression doit, en effet, être évité pour les tiges

de grande longueur qui se plieraient. Pour les très grandes profondeurs, on peut utiliser des pompes où il n'y a pas de mécanisme immergé, la commande du piston étant réalisée hydrauliquement.

b) *Les pompes centrifuges.* — Les pompes centrifuges à axe vertical placées dans le tubage et commandées par un moteur situé à la surface du sol peuvent être immergées à des profondeurs dépassant 100 m; l'arbre vertical de commande est, en général, situé dans une gaîne, pour lui éviter le contact de l'eau; cette gaîne l'empêche de rouiller et de s'user par l'action des grains de sable. La pompe est supportée par la conduite de refoulement placée à l'intérieur de la colonne de captage; l'eau refoulée s'écoule par l'espace annulaire compris entre cette conduite de refoulement et la gaîne de l'arbre de commande.

c) *Les électro-pompes immersibles.* — Dans ce système, le moteur électrique et la pompe, immergés, forment bloc. Le moteur est accouplé directement à la pompe et leurs axes verticaux sont dans le prolongement l'un de l'autre; l'ensemble est supporté par un tube qui constitue la conduite de refoulement de la pompe; le câble électrique d'alimentation est formé de fils de cuivre enrobés dans des couches épaisses de caoutchouc et passe dans l'espace annulaire compris entre la colonne du forage et la conduite de refoulement. Le moteur n'est pas accessible facilement, aussi doit-il être particulièrement robuste.

d) *Les pulso-pompes.* — Leur principe est le suivant : on place dans le forage une cuve, soutenue par la conduite de refoulement, et comprenant deux compartiments A et B; chacun de ces compartiments est muni d'un tuyau relié à un compresseur. Le compartiment B étant vide, et le compartiment A plein d'eau, le compresseur refoule dans A de l'air qui en chasse l'eau; celle-ci est évacuée par la conduite de refoulement.

Lorsque A est vide, la quantité d'air contenue dans B est aspirée et l'eau remplit B; à ce même moment, le compresseur refoule, dans B, de l'air qui chasse l'eau et le cycle continue. Cet appareil permet de remonter des eaux très chargées de sable et de boue.

e) *Les émulseurs.* — Dans ces appareils, on envoie, à la base d'une conduite placée dans le forage, de l'air comprimé injecté en très petites bulles; la hauteur de relèvement du fluide émulsionné dépend du débit de l'air. Le rendement des émulseurs est généralement plus faible que celui des pompes.

Pour les forages d'essais ou les forages de captage provisoire, il est pratique d'utiliser ou des pompes à piston, ou des pompes centrifuges à axe vertical, entraînées par des moteurs à essence placés à la surface.

Autre utilisation de la sondeuse.

La sondeuse mobile que nous avons décrite peut être utilisée pour l'exécution de pieux de fondation en béton armé.

Il suffit de forer un trou, coffré avec des tubages rivés, qui atteigne les terrains sur lesquels les pieux doivent reposer, et de couler du béton dans ce trou, après y avoir placé des armatures verticales ligaturées.

CHAPITRE IV

L'UTILISATION DE LA SONDEUSE AUX ARMÉES

Les attributions des Services des Eaux d'Armée en campagne comportent l'exécution des forages destinés à atteindre les nappes dans lesquelles sera puisée l'eau potable nécessaire à l'alimentation des troupes; les sources sont, en effet, assez rares et il sera commode, en général, d'aller chercher cette eau à son point d'u-

tilisation, à l'aide de forages rapidement exécutés. D'autre part, ces Services auront à étudier certaines nappes souterraines mal connues, afin de déterminer les périmètres d'alimentation de ces nappes et les débits susceptibles d'y être captés.

Pour l'exécution de cette tâche, il semblerait intéressant de mettre à la disposition des Services des Eaux d'Armée, au moins, une sondeuse mobile du type que nous venons de décrire; son poids de 10 tonnes, susceptible d'ailleurs d'être réduit, ne dépasse pas celui des éléments normalement admis pour les D. I. et les C. A. appelés à circuler sur les ouvrages construits par les Équipages des Ponts; le déplacement en serait donc aisé.

Chaque Service des Eaux d'Armée pourrait donc être doté d'une unité qui comprendrait le personnel et le matériel nécessaire pour assurer le fonctionnement d'une ou plusieurs sondeuses.

En ce qui concerne le matériel, il faudrait prévoir, pour chaque sondeuse : un tracteur léger de remorque, deux camions destinés, l'un, au transport des tiges de sonde, des outils et des accessoires divers, l'autre, au transport des tubes de coffrage et de captage. Chacune de ces unités devrait être munie d'un camion-atelier avec forge portative, où seraient effectuées les réparations courantes des engins et des outils, et d'un camion transportant les pompes et les moteurs des groupes élévatoires.

Les Armées disposeraient ainsi d'un matériel très mobile susceptible d'établir rapidement les forages destinés à l'alimentation en eau potable des troupes.

Robert Joffet,
Ingénieur en Chef de la Ville de Paris,
Lieutenant de Réserve du Génie.

LIVRES

Nouveaux récits marocains, par Maurice Le Glay (1).

Après avoir dans les premiers Récits marocains, dépeint les aspects très divers des populations marocaines, musulmanes et juives, l'auteur a tenu, dans le présent ouvrage, à montrer l'évolution des mœurs marocaines au contact des nôtres, sous l'influence de l'élan généreux et du génie de la France.

Sa verve s'exerce en des tableaux consacrés plus particulièrement à des scènes de la vie des camps, où paraît l'indigène, toujours avec sa rudesse et son fatalisme et aussi le colon avec son énergie.

Dans son dernier récit « L'Heure de la France », il donne des échappées de la chronique de sa vie marocaine à l'époque où, en qualité d'officier détaché au département des Affaires étrangères, il prit part aux événements tragiques qui, en 1918, provoquèrent l'intervention du Gouvernement français et décidèrent du sort du pays.

L'Infanterie de la Victoire, par le commandant J. Delmas (2).

A l'aide d'une documentation personnelle recueillie sur les champs de bataille, l'auteur, qui a pris le commandement d'un bataillon d'infanterie en mai 1918 sur les monts de Flandre, a entrepris de mettre en lumière le rôle de guerre de l'Infanterie française, en montrant les frémissements de cette arme du sacrifice à travers les péripéties de la sanglante tragédie et la présentant campée dans son effort de victoire.

De cette lecture passionnante, où aucune place n'est laissée à la fiction, à la sensiblerie, à l'outrance, se dégage une leçon de fierté et de confiance.

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 12 francs.
(2) Payet éditeurs. Prix : 18 francs.

Locomotives modernes, à vapeur et électriques, par Émile MEUNIER et Louis DAVALLON (1).

Cet ouvrage constitue une documentation inédite et fort intéressante sur les locomotives à vapeur et électriques. Les différents modèles actuellement en usage sur les réseaux français et étrangers y sont représentés en photogravures accompagnées de l'indication des caractéristiques principales.

La partie iconographique en est suivie d'une série de recommandations sur les mesures à prendre en cas d'avarie, sur le réglage de la distribution de vapeur, sur la corrosion et les fuites de chaudières, sur la conduite du feu; enfin une note sur la stabilité de la locomotive et une sur les déraillements complètent l'ensemble.

Barrages conjugués et installations de pompage, par Georges LAPORTE (2).

Afin de supprimer ou d'atténuer les effets de l'irrégularité de marche des usines hydrauliques sur le débit des cours d'eau à l'aval de ces usines, on doit souvent créer des bassins de compensation.

L'auteur, considérant le cas où le barrage retenant les eaux du bassin de compensation comporte une deuxième usine à l'aval de la première, examine la question de l'utilisation de l'énergie de nuit ou d'excédent de l'usine amont pour pomper l'eau du bassin de compensation et l'envoyer vers l'amont afin de pouvoir augmenter la production d'électricité aux heures de pointes.

Il examine les conditions à satisfaire pour obtenir le pompage le plus rationnel, discute l'effet des variations du plan d'eau du bassin de compensation, envisage l'hypothèse de plusieurs barrages conjugués sur la même rivière. Des exemples appliqués à des installations existantes accompagnent tous les cas envisagés.

La résistance des bétons en fonction de leur dosage, par Maurice TARDE (3).

L'auteur examine dans le présent ouvrage ce qu'il convient

---

(1) Éditions de l'imprimerie A. Rey, 4, rue Gentil, à Lyon. Prix : 30 francs.

(2) Gauthier-Villars. Prix : 35 francs.

(3) Librairie polytechnique Béranger. Prix : 40 francs.

de retenir du lourd bagage des résultats d'expériences, de théories, de principes, de méthodes de dosage, exposés depuis près de quarante ans dans de nombreuses publications.

Après avoir défini les caractéristiques générales des liants hydrauliques, des sables et graviers, l'auteur développe la notion de compacité des mélanges, puis examine les méthodes modernes de détermination des dosages, et des quantités d'eau de gâchage; il étudie ensuite les caractéristiques du béton frais et aborde la résolution du problème général de la composition des bétons. Il traite ensuite la question des essais, du contrôle du béton sur les chantiers et de la valeur des divers liants hydrauliques.

Il termine enfin par des exemples d'essais de béton, de calculs et de graphiques.

Le technicien puisera dans cet ouvrage, en quelques heures de lecture attentive, une idée nette sur la question si complexe du béton et sur les moyens de résoudre dans les meilleures conditions de pratique et d'économie les problèmes qui se posent à ce sujet.

L'Instruction pratique sur la défense passive contre les attaques aériennes, élaborée à la Direction de la Sûreté générale, 4e bureau, défense nationale, vient d'être éditée chez Berger-Levrault et chez Charles-Lavauzelle.

Étant donné le caractère de surprise que sont susceptibles de revêtir les attaques par avions, il est nécessaire que tout dépositaire d'une partie d'autorité en connaisse les dispositions essentielles afin d'être à même de remplir le rôle que peuvent lui imposer les circonstances. Prix : 5 francs.

LISTE DES OUVRAGES ENTRÉS A LA BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE (GUERRE PENDANT LE MOIS DE MARS 1932

A. I. — *Sciences et art militaires.*

A 1 a.

2165. — Caspary (Dr Adolf). — *Wirtschafts-Strategie und Kriegsführung*. Berlin, E. S. Mittler et Sohn, 1932, in-8.

A 1 c.

1673 (6). — Herriot (Édouard). — *Normale*. Paris, Nouvelle Société d'éditions, 1932, in-8 (Nos grandes écoles).

1708. — ALVIN (Général). — *L'École polytechnique et son quartier*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1932, in-4.
A 1 i.

1098. — MUNTSCH (Dr méd. Otto). — *Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfgaserkrankungen*. Leipzig, C. Thieme, 1932, in-8.
A 1 m.

2108. — BIGAY (Alexandre). — *Coins du front, 1914-1915*. Préface de Camille AUDIGIER. Paris, E. Figuière, 1931, in-8.

2109. — ROYET (Colonel). — *La guerre est déclarée*. Paris, J. Tallandier, 1931, in-8.

2110. — PILLARD (Albert). — *Classe 15*. Préface de Jean DE GRANVILLIERS. Paris, J. Tallandier, 1931, in-8.

2111. — HAHUSSEAU (Albert). — *A l'Est rien de changé. Avant, pendant, après*. Charenton, Éditions Hah, 1931, in-8.

2112. — WILD (Lieutenant Max), officier du service de renseignements allemand. — *Mes aventures dans le service secret, 1914-1918*. Traduit par Lucien Thomas. Paris, Payot, 1932, in-8.

2114. — *Lettres d'étudiants allemands, tués à la guerre (1914-1918)*, choisies dans le Recueil du professeur Ph. WITKOP et traduites par E. HERMANN. Préface et post-scriptum de Paul DESJARDINS. Paris, Gallimard, s. d., in-8.
A 1 c.

63. — IZARD (L.), CILLEULS (J. DES), médecins lieutenants-colonels, et KERMARREC (R.), pharmacien capitaine. — *La guerre aéro-chimique et les populations civiles*. Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, in-8.

64. — DELEST (Chef d'escadron J.). — *Tactique des transports automobiles et de la circulation en campagne*. T. I : Traité théorique. T. II : Traité des cas concrets de transport et de circulation. Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, 2 vol.

65. — LEROUX (Lucien). — *La guerre chimique*. Paris, Éditions Spes, 1932, in-8.

66. — MÜLLER-KIEL (Dr Ulrich). — *Die chemische Waffe im Weltkrieg und jetzt*. Berlin, Verlag, Chemie, 1932, in-8.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 c.

4879. — DEYGAS (Capitaine J.-J.). — *L'armée d'Orient dans la guerre mondiale (1915-1919)*. Paris, Payot, 1932, in-8.

4880. — PÉTIN (Général). — *Le drame roumain 1916-1918*. Paris, Payot, 1932, in-8.

4881. — *L'armée d'Orient vue à quinze ans de distance.* — Paris, *Revue des Balkans*, 1932, in-8.

4882. — TOLLEN (Lieutenant général honoraire). — *Étude sur la durée de la résistance de la position fortifiée d'Anvers.* Bruxelles, Imp. du Marais, 1931, in-8.

A 2 *h.*

2279. — LAVAL (Édouard), médecin colonel de réserve. — *Souvenirs d'un médecin-major (1914-1917).* Préface du médecin général TOUBERT. Paris, Payot, 1932, in-8.

2280. — BUGNET (Lieutenant-colonel Ch.). — *Le maréchal Joffre.* Tours, Alfred Mame, 1932, in-8.

B. — *Marine.*

B a.

327. — DANIÉLOU (Charles). — *L'armée navale.* Paris, E. Figuière, 1931, in-8.

C. — *Sciences.*

C 3 c.

611. — IGERT (Dr Maurice). — *Le problème des guérisseurs.* Paris, Vigot, 1931, in-8.

D II. — *Sciences historiques.*

D 2 p.

526. — MEGGLÉ (Armand). — *Le Maroc terre française.* Paris, Société française d'Éditions, 1931, in-8.

528. — *Santé et hygiène publiques au Maroc.* Maris, impr. Lahure, s. d., in-8.

529. — *Tanger.* Paris, Horizons de France, 1929, in-8.

D 2 s.

370 (13). — *Les opérations militaires au Maroc.* Paris, Imp. Nationale, 1931, in-4.

416. — DUBOC (Colonel). — *L'Indochine contemporaine.* Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, in-8.

419 (3). — *Les bois et les principaux sous-produits forestiers de l'Indochine*, S. 1, 1931, in-4.

419 (5). — *Les principaux traits de la structure géologique de l'Indochine française* (d'après les explorations antérieures à 1931). Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1931, in-4.

D 2 t.

2270. — STRESEMANN (Gustave). — *Six années de politique allemande. Les papiers de Stresemann.* Traduction de Henri BLOCH et Paul ROQUES. Paris, Plon, 1932, in-8.

2271. — Combes de Patris (B.). — *Que veut Hitler?* Paris, Babu, 1932, in-8.
D 2 u.

1800. — Vidi (Luce). — *Ma réponse au Général Ludendorff sur son livre 1932. La Guerre.* Paris, chez l'auteur, S. d., in-8.

1801. — Berger (Marcel) et Allard (Paul). — *Les secrets de la censure pendant la guerre.* Paris, Éd. des Portiques, 1932, in-8.

1802. — Maurras (Charles). — *Kiel et Tanger.* La République française devant l'Europe, 1895, 1905, 1913, 1921. Versailles, Bibliothèque des Œuvres politiques, 1928, in-8.
D 2 v.

294. — Agendas Dunod. — Métallurgie. Construction mécanique. Électricité. Chimie. Travaux publics.

E. — *Sciences philosophiques, législatives, politiques.*

E b.

581. — R... (Capitaine). — *La conférence de La Haye et le nouveau droit de la guerre.* Paris, R. Chapelot, 1900, in-8.

1171. — Nollet (Général). — *Une expérience de désarmement. Cinq ans de contrôle militaire en Allemagne.* Paris, Gallimard, 1932, in-8.

F. — *Sciences économiques, administration, travaux publics.*

846. — Michel (Edmond). — *Les dommages de guerre de la France et leur réparation.* Paris, Berger-Levrault, 1932, in-4.

847. — Atlas. *Répertoire de la 2e région économique*, 1er fascicule 1931-1932. Agriculture, industries alimentaires. Amiens, Yvert, 1932, in-4.

848. — Echeman (Jacques). — *Les ministères en France, de 1914 à 1932.* Paris, M. Rivière, 1932, in-8.
F 1 c.

781. — Meredith (Hubert A.). — *Stock exchange.* — Les drames de l'argent à la Bourse de Londres. Traduit de l'anglais par M. Bénouville. Paris, Payot, 1932, in-8.

782. — Coste (Pierre). — *La lutte pour la suprématie. Les grands marchés financiers. Paris, Londres, New-York.* Paris, Payot, 1932, in-8.
F 1 d.

422. — Kellersohn (Maurice). — *Contre un cataclysme économique. Que faire?* Paris, Stock, 1932, in-8.

G. — *Beaux-Arts. — Arts et Métiers.*

G a.

119. — AIMÉ-DESLANDES (E.). — Enseignement du dessin à vue. — *Précis de perspective d'observation.* Paris, Delagrave, 1931, in-8.

H. — *Littérature.*

H a.

917. — FARRÈRE (Claude). — *Sahara sultane et la mer.* Paris, E. Flammarion, 1931, in-8.

921. — NOLLY (Émile), capitaine Détanger. *Le conquérant*, journal d'un « indésirable » au Maroc. 9e édit. Paris, Calmann-Lévy, 1926, in-8.

H b.

732. — RUPIED (Capitaine). — *Vocabulaire militaire franco-allemand.* Paris, Charles-Lavauzelle, 1932, in-16.

BIBLIOGRAPHIE

Revues civiles

La construction moderne. — 10 avril. — Conférence de M. Umbdenstock sur l'art de l'architecture. — Concours publics : Hôtel de Ville de Puteaux.

18 avril. — La nuisance des fumées. — Le confort moderne et... l'électricité.

Revue des Matériaux de construction. — Avril. — Dissolution et hydratation de la chaux vive en présence de sulfate de chaux. — La conservation du ciment portland, son influence sur sa finesse, sa prise et ses résistances. — Emploi de la chaux et du plâtre en agriculture. — Le béton valsé.

Le ciment. — Avril. — De la résistance à la rupture par surcharge (capacité de surcharge) des tuyaux en ciment et en béton. — Les ciments alumineux d'après les spécifications des cahiers des charges allemands. — Quelques aspects de l'isothermie dans les immeubles de construction moderne. — Note sur les ponts voûtés en Suisse. — Le nouveau plombage homogène dans l'industrie du béton. Impuretés et substances étrangères en mélange dans les sables. — Chaussées en béton de ciment. — Le bétonnage sur chantiers et ses progrès.

Le Constructeur de ciment armé. — Avril. — Étude des toitures incurvées de faible épaisseur, sans nervures et sans tirants. — Application du théorème de Castigliano généralisé. — Murs de soutènement et de quais soutenus par des plaques d'ancrage. — Méthode de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales.

La Technique sanitaire. — Avril. — La question des eaux potables à La Rochelle. — Quelle peut être la part de l'électricité dans les immeubles modernes. — La chloration dans le traitement des eaux usées. — Puits système Hempel, pour l'abaissement des nappes souterraines. — Distillation d'eau de mer aux Indes néerlandaises, Val de Willemstad de Curaçao. — Influence de l'emploi de nouveaux matériaux pour les murs, planchers et cloisons sur l'évolution de la construction des édifices de grande hauteur. — Le revêtement des chaussées urbaines. — Les revêtements bétonnés aux États-Unis et en France.

Revue générale de l'électricité. — 2 avril. — Les phénomènes électromagnétiques produits sur la terre par l'émission électronique du soleil. — Sur l'action réciproque du rayonnement et de l'électron. — Considérations sur la rigidité diélectrique des huiles. — Le régulateur statique de tension « isovolt ». — Théorie et essais du multiplicateur de dépression à tubes de Venturi. — Les projecteurs et leurs applications. — Les projecteurs d'automobiles.

9 avril. — Étude du courant dans un circuit à inductance variable. — Recherches de physique cosmique : les phénomènes électromagnétiques produits sur la terre par l'émission élcetronique du soleil. — Mesure des rayons de Lenard. — Les nouveaux centres radio-électriques de Pontoise et de Noiseau. — La protection sélective des réseaux contre les courts-circuits au moyen de courant de haute fréquence. — Le diagramme général de courant de la machine synchrone établi en tenant compte des pertes dans le fer. — La résistance des transformateurs triphasés aux coups de foudre.

16 avril. — La participation des savants russes au développement de la télévision électrique. — Phénomènes dont sont le siège les filaments à revêtement d'oxyde. — Les nouveaux centres radioélectriques de Pontoise et de Noiseau. — L'influence de la soudure à l'arc sur la fragilité et la dureté des aciers spéciaux. — Le réglage automatique de la combustion. — La théorie du transformateur. — La transformation du courant triphasé en Amérique et en Europe. — Amplificateurs à gaz et tubes ioniques de réglage. — La durée des arcs à la terre dans les réseaux munis de transformateurs d'extinction. — Historique des progrès réalisés dans le domaine des ondes ultracourtes. — Les ondes très courtes. — Études expérimentales des auto-oscillateurs à ondes ultracourtes. — Un récepteur sélectif à filtre de baude. — Détecteurs de qualité. — La lampe à grille écran est-elle un bon détecteur? — Un amplificateur à haute fréquence non accordé. — Un four électrique de 12.500 kilovolts-ampères en France.

23 avril. — Sur la pseudoréflexion des rayons X. — Effets d'absorption de rayon X de très haute fréquence par projection de noyaux légers. — Sur une nouvelle caractéristique de l'électron de Dirac. — Le redresseur à vapeur de mercure de la sous-station automatique de Croix-Nivert. — Transmissions multiples et radiotéléphonie secrète.

30 avril. — Champs produits par une ligne parcourue par un courant alternatif avec retour par le sol et par une antenne

horizontale. — L'usine Arrighi (nouvelle usine génératrice de Vitry-Sud) de l'Union d'Électricité. — Propriétés des lampes à ruban de Tungstène.

L'Industrie électrique. — 10 avril. — La détermination de la résistivité. — Relations internationales des holdings belges d'électricité. — Sur les éclairs fulgurants ascendants.

25 avril. — Le redresseur à vapeur de mercure de grande puissance à grille polarisée. — Étude sur les lignes courtes de transmission d'énergie électrique. — De l'alimentation des lampes portatives à très basse tension.

Recherches et inventions. — Avril. — Essais de conductibilité calorifique des matériaux. — Perfectionnement apporté aux moyens de réchauffer les moteurs d'automobiles. — Le prix Barès pour l'année 1931. — Description et théorie du paratonnerre G. Messin. — Cric hydraulique rouleur (système Joly). — Essais de conservation du caoutchouc faits à l'Office naitonal des Recherches et Inventions. — Nouveau Luxmètre (système Waguet. — Appareil de chauffage central individuel par circulation forcée (système Savarin). — Le Diable-Car.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Avril. — Propriétés thermiques des matériaux de construction. — Étude de la transmission discontinue de la chaleur à travers les parois des bâtiments. — Les usines du Creusot, du Breuil et Henri-Paul.

Procès-verbaux des séances de la Société des Ingénieurs civils. — 8 avril. — Les ressources mondiales du pétrole.

22 avril. — La construction du môle d'escale du Verdon, avant-port de Bordeaux. — Nouvelle méthode de mesure de la gravité; application à la prospection.

Arts et Métiers. — Avril. — Calcul rapide des pertes totales dans le cuivre. — Moteurs Diésel et moteurs à injection mécanique. — Le contreplaqué dans la fabrication des pièces cintrées. — Réfrigération des eaux. — Remarques sur les rondelles Belleville.

Revue de Métallurgie. — Avril. — Étude sur les alliages d'argent. — Applications diverses du bronze d'aluminium et notes particulières sur sa résistance à l'usure.

Revue de la Soudure autogène. — Avril. — Organisation et méthode. — La soudure autogène dans la construction moderne.

Revue générale des Chemins de fer. — Avril. — Les travaux de la ligne de Lérouville à Metz. — Reconstruction du pont sur le Tarn, à Moissac, sur la ligne de Bordeaux à Sète (réseau du Midi). — Les levés topographiques par photographie aérienne.

— La réduction de débit des conduites d'eau par les incrustations intérieures et les procédés pratiques de détartrage. — La gare centrale de Milan.

La Nature. — 1er avril. — Un procédé nouveau de fabrication des corps creux. — Actions biologiques à distance. — Le disque rhéométrique pour la mesure de la vitesse des courants marins. — Chaudières suralimentées et chaudières à explosion. — Les ondes ultra-courtes, production et propriétés. — Les lames très minces et l'étude des structures moléculaires. — Synthèse de la vitamine D cristallisée (calciférol).

15 avril. — La défense des populations civiles. — Prévisions du rendement des récoltes. — L'aménagement hydroélectrique de la Truyère. — La lecture directe pour les aveugles. — Les alliages légers. — Le nouveau moteur « Rupa » à combustible solide. — La distribution téléphonique de l'heure à l'aide d'horloges parlantes. — L'irritante histoire du pou de San-José.

Revue d'Hygiène. — Avril. — Étude sur l'influence des agents extérieurs sur la contagion. — Sort des microbes dans les conserves de viande. — La pratique américaine actuelle pour la stérilisation des eaux potables (préammonisation et chlore).

Bulletin de la Société des Ingénieurs soudeurs. — Janvier-février. — La décomposition explosive de l'acétylène et les générateurs à haute pression. — Influence de l'oxy-coupage sur les propriétés mécaniques des coupes. — Quelques exemples intéressants (projections) de bâtis et de constructions soudés.

Chaleur et Industrie. — Avril. — Rayonnement et gaz brûlés. — Le problème de l'évacuation des résidus de la combustion à l'atmosphère. — Du fonctionnement en série des bouilleurs servant à l'utilisation de l'énergie des eaux chaudes. — Détermination des tuyauteries et étude du réglage central dans les installations de chauffage par la vapeur basse pression. — Fumivorité et projection de poussières des foyers mécaniques.

Annales des P. T. T. — Avril. — Un récepteur moderne pour le trafic télégraphique sur ondes moyennes. — L'état actuel de la normalisation industrielle. — Utilisation d'éléments redresseurs à oxyde de cuivre pour la protection contre les chocs acoustiques. — L'énergie du vent.

L'Ingénieur constructeur. — Mars-avril. — Le calcul des systèmes hyperstatiques par le théorème des déformations fictives.

La Technique des travaux. — Avril. — La nouvelle gare maritime de Cherbourg. — La construction de l'usine hydro-élec-

trique de Pizançon sur l'Isère. — La nouvelle forme-entrée du port de Saint-Nazaire. — Les puits captants de la ville d'Angers.

La Technique moderne. — 1er avril. — L'atelier de menuiserie dans la carrosserie automobile. — Machines à toupiller et à moulurer, machines à préparer les assemblages (bouveteuses, quatre-faces, tenonneuses, mortaiseuses, perçeuses, défonceuses). — Le paquebot turbo-électrique « Monarch of Bermuda ». — L'utilité de l'aération et les procédés modernes de ventilation. — Chaudière Linke Hofmann Busch. — La dilatation dans les canalisations d'alimentation des chaudières. — La traction électrique sur la ligne du Gothard et les nouvelles locomotives de 7.000 CV. — Ruptures d'essieux par action chimique. — Production d'énergie électrique au moyen de moulins à vent. — La grille à poissons électrique. — Les turbines Kaplan à distributeurs fixes. — Les qualités d'allumage des combustibles lourds. — L'ascenseur de 229 m du Temple du Soleil. — La fragilité à chaud de l'acier provoquée par des métaux non ferreux. — La protection des canalisations d'eau contre la corrosion. — Le passage rapide et économique des navires de l'Atlantique à la Méditerranée. — Le boulevard surélevé de New-York. — Extraction des phénols dans les huiles de goudrons par l'ammoniaque liquide. — Les moteurs Diésel. — Acier au chrome-tungstène pour hautes températures. — Nouveau procédé d'auscultation des ouvrages en béton ou béton armé, et notamment des barrages.

15 avril. — Les métaux utilisés dans la construction des appareils à vapeur à haute pression et à température élevée. — L'utilité de l'aération et les procédés modernes de ventilation. — L'actualité aéronautique. — La chaudière à 175 kg de pression de la Yarnall-Waring Co. — Chauffage urbain de la ville de Winnipeg. — L'économie pratique des locomotives compounds. — Les torpilles automobiles en 1932. — Ascenseurs sur chemins de roulement courbes. — La décarburation et la désulfuration des aciers et fontes au moyen de l'hydrogène. — Nouveau dérivateur à prisme. — Procédé original de fondation des piliers du pont du Petit-Belt (Danemark). — Une forme particulière d'activité de la matière. — Variation de la chaleur spécifique des gaz à pression constante en fonction de la valeur de cette pression.

Revues étrangères

Bulletin belge des Sciences militaires. — Avril. — Les opérations de l'armée belge pendant la campagne 1914-1918. — Période de stabilisation. — L'armée belge sur le front Mer du Nord— abords d'Ypres. — Pages d'histoire de l'armée belge au cours de la guerre 1914-1918. — La reconnaissance offensive sur le château de la borne 19 (octobre 1917). — La défense des localités.

Revue militaire technique polonaise. — Janvier. — Le franchissement des cours d'eau. — La soudure des métaux. — Le fonctionnement des lignes téléphoniques. — L'arme blindée de nos voisins allemands et russes. Le char amphibie.

Rivista di Artiglieria e Genio. — Avril. — Exercice de destruction des ouvrages d'art de routes. — L'appui d'artillerie à l'avant-garde. — Notions sur quelques explosifs modernes susceptibles d'être produits en Italie. — Photographie aéroplanimétrique et observation aérienne. — Moteurs rapides à injection pour automobiles et leur application dans l'armée.

Rivista Militare Italiana. — Avril. — L'arrêt des Allemands sur la Marne en 1914. — La défense des côtes. — Le problème indigène et les questions sociales en Algérie.

Revista de Estudios Militares (Espagne). — Mars. — Les unités mécanisées. — La défense de la population civile en temps de guerre. — Le conflit sino-japonais.

Avril. — Notre campagne du Maroc et les étapes de la pacification. — La guerre chimique. — Le nouveau ministère de la Défense nationale en France. — Le conflit sino-japonais.

Memorilal de Ingenieros del Ejercito (Espagne). — Mars. — Concours entre ingénieurs militaires et architectes pour la construction de bâtiments militaires pour la place de Madrid. — Modernisation des fortifications belges. — Possibilités pratiques de défense contre la guerre aérochimique.

Revista Militar del Peru. — Février. — Le devoir de l'officier dans la Société moderne. — Les conceptions de guerre actuelles des principales puissances.

Memorial del Ejercito de Chile. — Février. — Remplacement des officiers durant une guerre. — Le Japon. — Les grandes manœuvres aériennes de l'Italie.

Mars. — Le Japon. — La guerre chimique. — Emploi des mitrailleuses et des engins d'accompagnement de l'infanterie d'après les opinions acteulles françaises. — Les attaques contre l'armée.

Schweizerische Monatschrift für Offiziere (Suisse). — Avril. — La carabine suisse modèle 1931. — La bataille de Panasowka. — La valeur de l'expérience de la guerre pour l'armement et l'instruction du tir de l'infanterie. — Réponse du colonel Grasset.

De Militaire Spectator (Hollande). — Avril. — En marge de la Conférence du désarmement. — L'attaque d'un bataillon d'avant-garde en terrain accidenté. — La puissance de pénétration des projectiles dans les cuirassements. — Le service de sûreté en marche des troupes légères.

Militärwissenschaftliche Mitteilungen (Autriche). — Mars-avril. — Notre dernière chance dans la guerre mondiale. — L'approche. — L'emploi des chars de combat d'après les règlements français et anglais. — Revue politique mondiale. — Les métaux légers. — Le nouveau char de combat aquatique anglais.

Vojensko Technicke Zpravy, Revue militaire technique (Tchécoslovaquie). — Avril. — Pontage des chevalets. — Quelques projets d'appareils rudimentaires de mesure des distances. — Modèle d'une passerelle d'assaut. — Méthodes chimiques de protection de l'acier contre la rouille. — Le désarmement et les possibilités techniques de développement des armes. — Nouveau type d'équipage de ponts aux E.-U.

Vojenské Rozhledy (Tchécoslovaquie). — Mars. — L'attaque de l'aile et l'attaque de flanc. — La radiotélégraphie au service du renseignement. — Le conflit en Extrême-Orient. — La prise de contact sous bois. — Règles de sécurité pour le tir des mitrailleuses lourdes par-dessus les troupes amies.

Avril. — L'attaque de l'aile et l'attaque de flanc. — Le ministère français de la Défense nationale. — Le conflit en Extrême-Orient. — L'emploi des mitrailleuses lourdes dans la défensive. — La prise de contact sous bois. — L'appui direct de l'infanterie par le canon léger de campagne à grande portée. — Le transport de l'artillerie de campagne en hiver. — L'importance de la liaison au cours des opérations. — Deux exemples d'organisation du terrain sur le front français.

Wehr und Waffen (Allemagne). — Avril. — Le film au service de l'armée. — Le camouflage des pièces qui ont bombardé Paris.

Revues militaires

Revue Militaire Française. — Avril. — L'élément terrain en stratégie. — Les fronts de combat. — Comprendre. — La

grande guerre sous l'équateur. — La Conférence du désarmement.

Revue d'Infanterie. — 1er avril. — Essais de pédagogie : le soldat et l'étude. — Étude sur l'organisation, l'installation et l'action de la base de feux dans le combat offensif du bataillon. — Liaison infanterie, artillerie.

Revue des Forces Aériennes. — Avril. — La question des réserves générales d'aviation. — La justesse du tir à la bombe. — Disposition des feux de route à bord des avions. — Exploitation rapide du renseignement photographique aérien. — La reconnaissance de nuit. — Le voyage France—Madagascar et retour d'un multimoteur français.

Revue de l'Artillerie. — Avril. — Sur la théorie physique (science et philosophie). — De l'artillerie portée à l'artillerie à tracteurs tous terrains.

Revues des Troupes coloniales. — 1er trimestre. — Notes sur l'organisation militaire au Congo belge. — L'armée espagnole au Maroc. — Blancs et noirs. — Essai sur les races de la région de Phongtho. — Éléments sommaires de grammaire, de vocabulaire et de conversation usuelle bambara.

Revue de l'Intendance. — Mars-avril. — L'Économique alimentaire de guerre allemande.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. — Mars. — Épuration des eaux de boisson par la javellisation et ses applications dans le milieu militaire. — Sur la conception actuelle des rhumatismes chroniques.

Avril. — La police sanitaire, maritime et terrestre dans les États du Levant.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET ADMINISTRATIFS

Voir au *Bulletin officiel :*

PARTIE SEMI-PERMANENTE

Circulaire nº 1267-3/4, du 10 février 1932, relative à la création à titre temporaire, d'un service central de prévention contre l'incendie.

24 septembre 1930. — Règlement sur la manœuvre et l'emploi du génie : première partie, Préparation militaire et technique du génie; deuxième volume, Règlement de manœuvres du génie (édition refondue) (non inséré).

1931. — Manuel de montagne et d'alpinisme militaire (non inséré).

PARTIE PERMANENTE

Circulaire du 21 mars 1932 relative aux noms des ouvrages déclassés.

Instruction du 25 mars 1932 sur le fonctionnement de la Commission d'études des transmissions.

7 avril 1932. — Errata à la loi du 16 février 1932 portant : 1º déclassement d'ouvrages de fortification; 2º additions et modifications au tableau de classement des places de guerre et postes défensifs de la France.

24 mars 1932. — Rapport au Président de la République sur les décrets et arrêtés relatifs à l'organisation du ministère de la Défense nationale.

Arrêté du 29 mars 1932 portant création d'un haut comité militaire.

Circulaire du 1er février 1932, au sujet des exercices d'embarquement en chemin de fer au moyen des engins de levage des gares.

13 avril 1932. — 7e modificatif à la liste du 2 juillet 1930 (*B. O.* P. P., page 2805) déterminant les documents d'ordre général à

utiliser pour l'instruction des troupes de toutes armes et leur prix de cession.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

du 1er au 30 avril 1932

ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL

GÉNÉRAL DE DIVISION. — M. *Weygand*, vice-président du Conseil supérieur de la Guerre, inspecteur général de l'Armée, maintenu sans limite d'âge dans la 1re section du cadre de l'E. M. G. A. (15 avril).

GÉNÉRAUX DE BRIGADE. — MM. *Blanc*, *Dorteau*, passent dans la 2e section du cadre de l'E. M. G. A.

COLONELS promus GÉNÉRAUX DE BRIGADE : MM. *Oppermann*, commandant le génie de la 15e région (rang du 17 avril 1932). — *Frossard*, directeur des trav. de fortif. de Metz-Ouest (maintenu provisoirement) (15 avril).

ARMÉE ACTIVE

COLONEL. — Radiation : M. *Rieuneau*, retraité.

LIEUTENANTS-COLONELS. — Mutations : MM. *Friocourt*, direction d'Alger, prend les fonctions de directeur au départ du titulaire. — *Collin*, Inspection T. T. F. (8 avril).

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Collier*, chef d'E.-M. du commandant du génie de la 6e région (8 avril). — *Fernandez de Monge*, chef du génie, camp de Châlons (21 avril).

Radiation : M. *Grosperrin*, retraité.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Thoreau la Salle*, direction du génie, Grenoble. — *Marty* (P. M. A. G.), parc du génie, 12e région. — *Brü*, cheff. de Limoges (8 avril). — *Carichon*, service du génie, territoire du Sud de l'Algérie. — *Pillods*, cheff. trav. de fort. de Bitche. — *Harbulot*, C. M. G. nº 38. — *Gradet*, C. M. G. nº 18 (annexe de Saint-Nicolas de-Port). — *Roche* (P. A. A. B. D.), 34e bat. — *Mathieu*, mutation parue au *J. O.* du 10 mars annulée. — *Schott*, cheff. de Montrouge (21 avril). — *Caillat*, détaché à l'Inspection du Matériel et des install. des Forces aériennes (23 avril).

2e section de l'E.-M. P. : MM. *Rance*, direction du génie de Paris.

— *Hubert*, cheff. du camp de Châlons. — *Dumont* (L. E.), cheff. de Troyes, résid. camp de Mailly (21 avril).

Radiations : MM. *Milloi* (P.), *Boucher* (A. C. M.), passés dans le corps du contrôle (contrôleur adjoint). — *Brin*, passé service du recrutement. — *Laurens*, *Gerspach*, retraités.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM. *Roy* (Y. M. J. A.), direction du génie de Briançon. — *Lapoirie*, serv. des mat. de la fortification de Paris. — *Jegouzo*, 4e rég. détaché pour une durée inférieure à 6 mois au serv. des mat. de la fort. — *Forceville*, cheff. des trav. de fort. de Metz (8 avril). — *Granger Joly de Boissel*, cheff. de Paris-Nord. — *Molino*, 45e bat. — *Blanchard* (F. E. A.), instr. à l'E.-M. A. G. — *Chotin*, serv. du génie, Algérie. — *James*, C. M. G. nº 3. — *Trouillet*, mutation parue au *J. O.* du 25 mars annulée (21 avril).

Nominations : M. *Moustardjer*, stag. au 31e bat., admis dans l'armée active (rang du 25 mars 1932) (26 mars).

RÉSERVE

COLONEL. — Radiation : M. *Kœhret*, nommé colonel honoraire.

LIEUTENANT-COLONEL. — Radiation : M. *Roth*.

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Jacquard*, C. M. G. nº 2 (18 avril). — *Kiener*, C. M. G. nº 5 (25 avril). — *Trunel*, C. M. G. nº 28. — *Le Corbeiller*, C. M. G. nº 8 (25 avril).

Radiations : MM. *Baudot*, *Garau*, nommés chefs de bataillon honoraires. — *Brideau*, *Blondel*. — *Thiebert* (L. E.), décédé.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Crochet*, C. M. G. nº 4. — *Beauvais*, C. M. G. nº nº 8 (12 avril). — *Bourguignon*, C. M. G. nº 5. — *Vernet*, C. M. G. nº 7. — *Beauvais*, dir. du mat. télégr. milit. (21 avril). — *Reumaux*, C. M. G. nº 15. — *Masselin*, *Gaultier*, *Bœgner*, C. M. G. nº 11 (25 avril).

Radiations : MM. *Jarrassier*, *Cathala*. — *Prévot* (H. E.), décédé.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM. *Lavaud*, C. M. G. nº 11. — *Petit* (L.), C. M. G. nº 8 (6 avril). — *Haffner* dit *Potier*, C. M. G. nº 11 (p. o.). — *Vigneron*, C. M. G. nº 8 (p. o.) (18 avril). — *Riehl*, 41e bat. — *Brice*, cheff. des trav. de fort. de Strasbourg, autorisés à renouveler leur stage d'un an (19 avril). — *Foucaud*, C. M. C. nº 11. — *Heurtey*, C. M. G. nº 3. — *Goulois*, C. M. G. nº 6. — *Rivierre*, C. M. G. nº 4 (21 avril). — *Jacqueline*, stag. à l'E.-M. A. G., autorisé à renouveler son stage d'un an (23 avril). — *Picaut*, inspection gén. des F. G. à la mobilisation (25 avril). — *Gémon*, C. M. G. nº 3 (25 avril).

Nominations : MM. *Bascoulergue*, de l'aérostation à l'E.-M. P. G., 18e région. — *Étienne*, de l'artillerie au C. M. G. nº 4. — *Bernon*, de la cavalerie au C. M. G. nº 10 (29 mars. — *Cordier*, de l'artillerie, *Magdinier*, de l'infanterie au C. M. G. nº 10 (12 avril).

Radiations : MM. *Moustardier*, admis dans l'armée active. — *Hérault de la Véronne*, *Thévenon*, nommés lieutenants honoraires. — *Schmitt*. — *Giraud* (F. E.), *Sardin* (L. P. A.), décédés.

Sous-lieutenants promus lieutenants (rang du 25 octobre 1931) : MM. *Rosay*, C. M. G. nº 4. — (Rang du 1er novembre 1931) : *Bonhomme-Lacour*. — (Rang du 13 décembre 1931) : *Matet*. — (Rang du 19 décembre 1931) : *Sicre*, C. M. G. nº 48. — (Rang du 27 janvier 1932) : *Montheliet*, C. M. G. nº 4. — *Puits*, h. c., affect. spéc. tabl. 2 rég.-de Paris. — (Rang du 22 février 1932) : *Donadieu*, *Pouget*, *Pouchot-Camoz-Gandorne*, *Gauckler*, C. M. G. nº 4. — *Dol*, *Bridet*, *Loquineau*, *Marsollier*, *Couot*, C. M. G. nº 5. — *Cocula*, *Laspougeas*, C. M. G. nº 6. — *Digue*, *Bois*, C. M. G. nº 10. — *Martin* (C. P.), *Le Jeunne*, *Gautier*, C. M. G. nº 38. — *Angoin*, C. M. G. nº 48. —(Rang du 23 février 1932) : *Fouquerolle*, C. M. G. nº 38. — (Rang du 2 mars 1932) : *Jarrier*, h. c., affect. spéc. tabl. 3, 20e région. — (Rang du 5 avril 1932) : *Cabaret*, *Geneviève*, stag. au 3e rég. — *Vauban*, stag. au 8e rég. — *Delâge*, stag. au 31e bat. — *Serraz*, stag. à l'E.-M. A. G.). — (Rang du 13 avril 1932) : *Durot*, stag. au 31e bat. (30 mars). — *Ducrocq*, 3e rég. — *Guyard*, 4e rég., autorisés à renouveler leur stage d'un an (19 avril). — *Virot*, 1er rég. — *Lefebvre*, 7e rég., autorisés à renouveler leur stage d'un an (21 avril).

Nomination : M. *Peille*, de l'infanterie au C. M. G. nº 48 (12 avril).

Élèves-officiers promus sous-lieutenants (rang du 20 mars 1932) : MM. *Gourdon*, *Muller*, *Moreau* (L. J. R. G.), *Moreau* (L. L.), *Teillet*, 1er rég., Strasbourg. — *de Beaurepaire*, *Woitier*, *Vulliez-Sermet*, 1er rég., Besançon. — *Douret*, *Gueguen*, *Odot*, *Olivo*, *Carrette*, *Lamotte*, *Tarbes*, 2e rég. — *Jacquemot*, *Warembourg*, *Tomazon*, *Gemehl*, *Giordano-Orsini*, *Puthod*, *Bergeal*, *Vimon*, *Hennequin*, 3e rég. à Arras. — *Cassan*, *Varnet*, *Jacquier*, 3e rég., Versailles. — *Chevalier*, *Lablaude*, *Tomasini*, *Grandjean*, *Cabarbaye*, *Boudol*, *Calmels*, *Topet*, *Mallaroni*, 4e rég. — *Balle*, *Balloul*, *Cubain*, *Priolet*, *Parrat*, *Bruno*, *Habert*, *Coadou*, *Lhuillier-Pécheur*, 5e rég. — *Chrétien*,

Bages, *Liberge*, *Monnier*, *Cassagne*, 6e rég. — *Gardin*, *Promeyrat*, *Franceschi*, *Paule*, *de Baudus*, *Gailliot*, *Knight*, *Campguilhem*, 7e rég. — *Loriot*, *Pob*, *Broquet*, *Roblin*, *Herry*, *Deregnaucourt*, *Huon*, 8e rég., Versailles. — *Pézard*, 8e rég., Mont-Valérien. — *Guiltat*, *Wenger*, *Montagné*, 18e rég. — *Guillaume*, *Turquet*, *Loubignac*, *Vigier*, *Michalon*, 15e rég. — *Rousseau*, *Guéneu*, *Laffargue*, *Péveri*, *Bernard*, *Baldit*, 28e rég. — *Duez*, *Gassiole*, 32e bat. (30 mars).

Le Gérant : R. WALTHER

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT, NANCY-PARIS-STRASBOURG - 1932

La *Revue du Génie Militaire* laisse aux Auteurs
l'entière responsabilité de leurs opinions

RÉFLEXIONS SUR LA TECHNIQUE ET L'EMPLOI D'UN GROUPE DE COMPAGNIES DE SAPEURS DE CHEMINS DE FER

(*Suite*) (1)

CHAPITRE IV

MÉTHODES EXPÉRIMENTÉES POUR LES TERRASSEMENTS DE VOIES FERRÉES

L'instruction des terrassements. — Il semblait, à l'entrée en campagne, que les cadres avaient été peu instruits de l'organisation de détail des chantiers de terrassements, surtout avec emploi du matériel Decauville dont les groupes de compagnies étaient pourvus. Cette lacune tenait, soit à ce que les programmes de polygône ne comportaient qu'exceptionnellement de tels exercices avant la guerre, soit à ce que le terrassement était regardé à tort, par les gradés, comme une opération d'une technique inférieure et moins intéressante.

Le Règlement de 1912 (2), intitulé *École de tracé rapide*, contenait des indications sur les terrassements à

(1) Voir la livraison de mai 1932.
(2) Approbation ministérielle du 12 septembre 1911.

la pelle et à la pioche, sans transports proprement dits, tels qu'ils étaient prévus pour la voie courante. Ils correspondaient à des emprunts et dépôts dans le profil en travers lui-même, en application d'une sorte de méthode « par tranches » bien rationnelle; mais l'importance des cotes rouges était alors estimé au maximum à 3 m. A cette limite, la tranche élémentaire de travail (ou atelier) avait 10 m de longueur; elle occupait, en admettant une terre un peu dure quoïque assez ordinaire, 19 piocheurs et 38 pelleteurs, travaillant à relais pendant six jours.

Ce délai n'était déjà pas admissible pour la plupart des travaux du groupe. Or, ce ne sont pas des cotes rouges de 3 m qui se sont présentées souvent, mais bien de plus du double, par exemple au raccordement de Darnétal, dès janvier 1915.

En outre, dans les élargissements du profil, correspondant aux faisceaux et aux gares à créer, on ne pouvait plus se contenter de relais de pelle.

Les premières expériences du chef de groupe portèrent donc sur les terrassements destinés à des raccordements et à des faisceaux.

A. — *Les raccordements.*

Méthodes d'entreprises. — La construction d'un raccordement entre deux voies ferrées A et B (fig. 4) s'effectue ordinairement au moyen de la méthode « par couches ». Par exemple, dans la première phase du travail, l'entrepreneur crée le remblai ou le déblai de la plateforme en amenant, de la ligne A, des rames de terres à décharger ou à charger; ces rames sont aiguillées, par un appareil branché en *a*, sur une voie normale de chantier *a b*, ayant à peu près en plan le tracé du raccordement, et où on les déverse ou remplit. Le niveau de la voie *a b* se modifie ainsi progressivement jusqu'à sa

cote définitive. Dans la deuxième phase, la cote voulue étant atteinte, on procède à la pose et au ballastage de la voie constituant le raccordement.

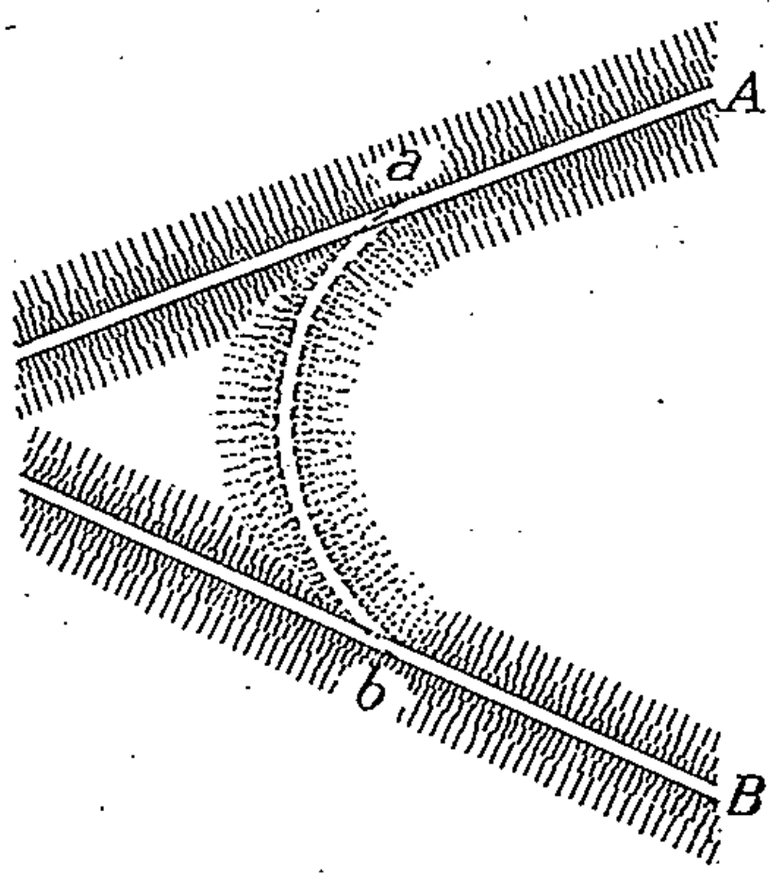


Fig. 4. — Plateforme pour raccordement. Terrassement d'entreprise.

Méthodes militaires. Expériences de Darnétal. — Pour un raccordement de guerre, la pleine utilisation des lignes A et B par la commission de Réseau pour les besoins des armées ne permet pas généralement au chef de chantier de disposer d'une de ces lignes pour les mouvements de ses rames de terres. En supposant le raccordement en remblai il faut donc opérer, soit par pelles et pioches seules si le remblai est peu élevé, soit par mouvements au Decauville si la cote de la plateforme atteint plusieurs mètres. Dans ce dernier cas, on ne peut emprunter les terres dans le profil en travers, et on doit s'ingénier d'autre part à multiplier les emprunts pour alimenter le remblai avec la rapidité maxima (1).

On créera, par exemple (fig. 5), 3 circuits de Decauville; 1, 2, 3, alimentés par 3 emprunts simultanés, e_1,

(1) Le cas de gros terrassements est fréquent pour les raccordements, car d'une part on dispose de peu de place en général pour les développer, et d'autre part la cote est imposée par les niveaux des deux lignes à raccorder.

e_2, e_3, et déversant tous dans le profil du raccordement.

Il semble qu'on soit limité ici, pour le nombre des circuits, par la largeur du profil (3 circuits possibles seulement au schéma de la figure 5).

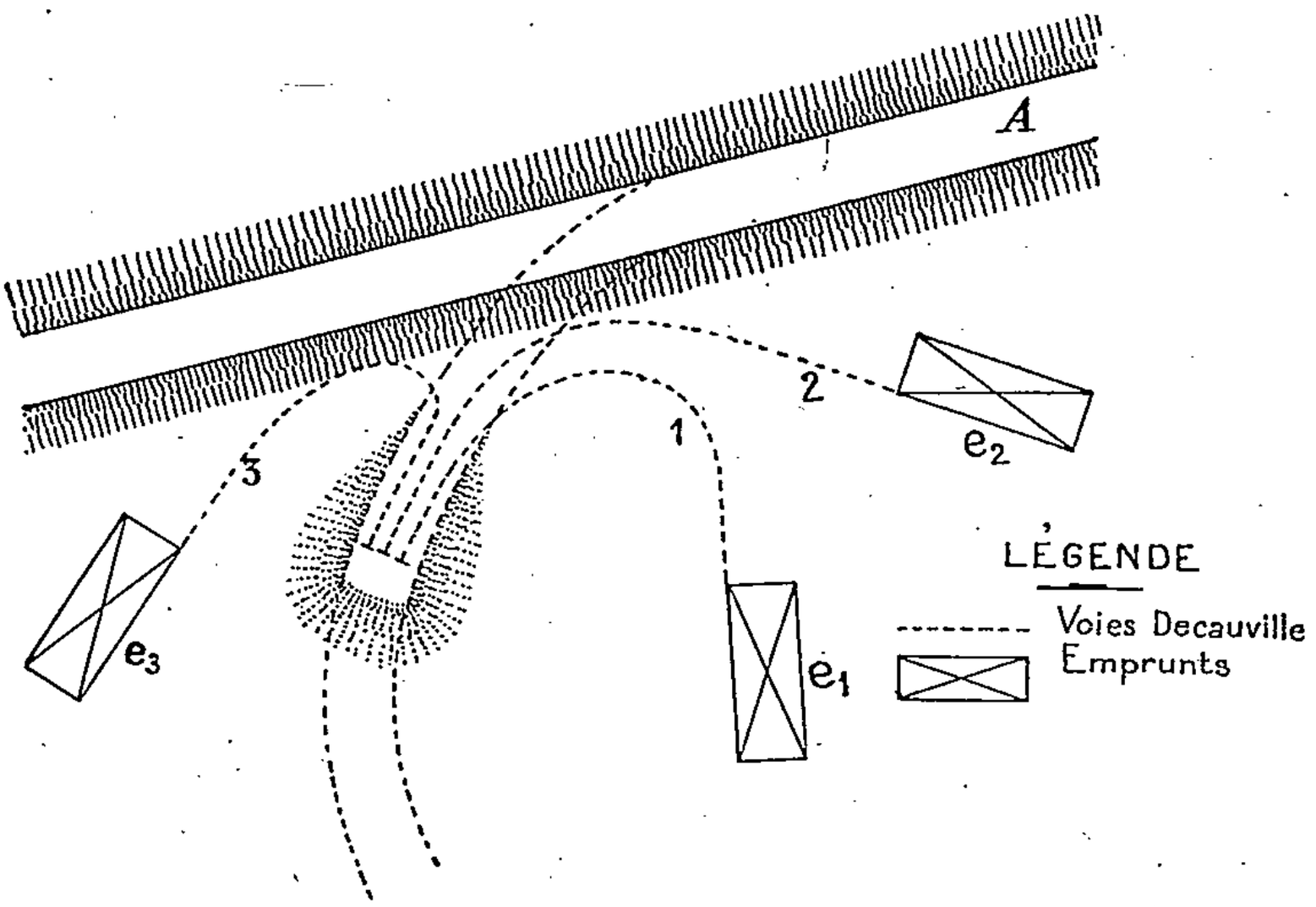


Fig. 5. — Raccordement. Terrassement par emprunts latéraux à l'avancement.

L'expérience faite par le groupe en janvier 1915 pour la création du raccordement de Darnétal, qui exigeait un remblai de 8 m de hauteur, porta sur ce procédé mais fut complétée par des circuits sur estacades légères de fortune (ffg. 6). Ces circuits, tels que 2′ et 5′, déversaient en avant des circuits 1, 2, 3, 4, 5, 6, établis sur la plateforme. C'est encore la méthode « par couches » mais combinée avec la méthode « à l'avancement », celle-ci correspondant aux circuits sur estacades (photos nos 1 et 2).

Les résultats ont été concluants comme rapidité et rendement. Les estacades légères, pour voie Decauville de 0,50, n'ont exigé que des chevalets en rondins ou en bois très courants, assemblés par clouages, et avec mon-

tants posés simplement sur semelles amovibles. Le travail supplémentaire correspondant est resté négligeable vis-à-vis du temps gagné dans l'exécution du terrassement.

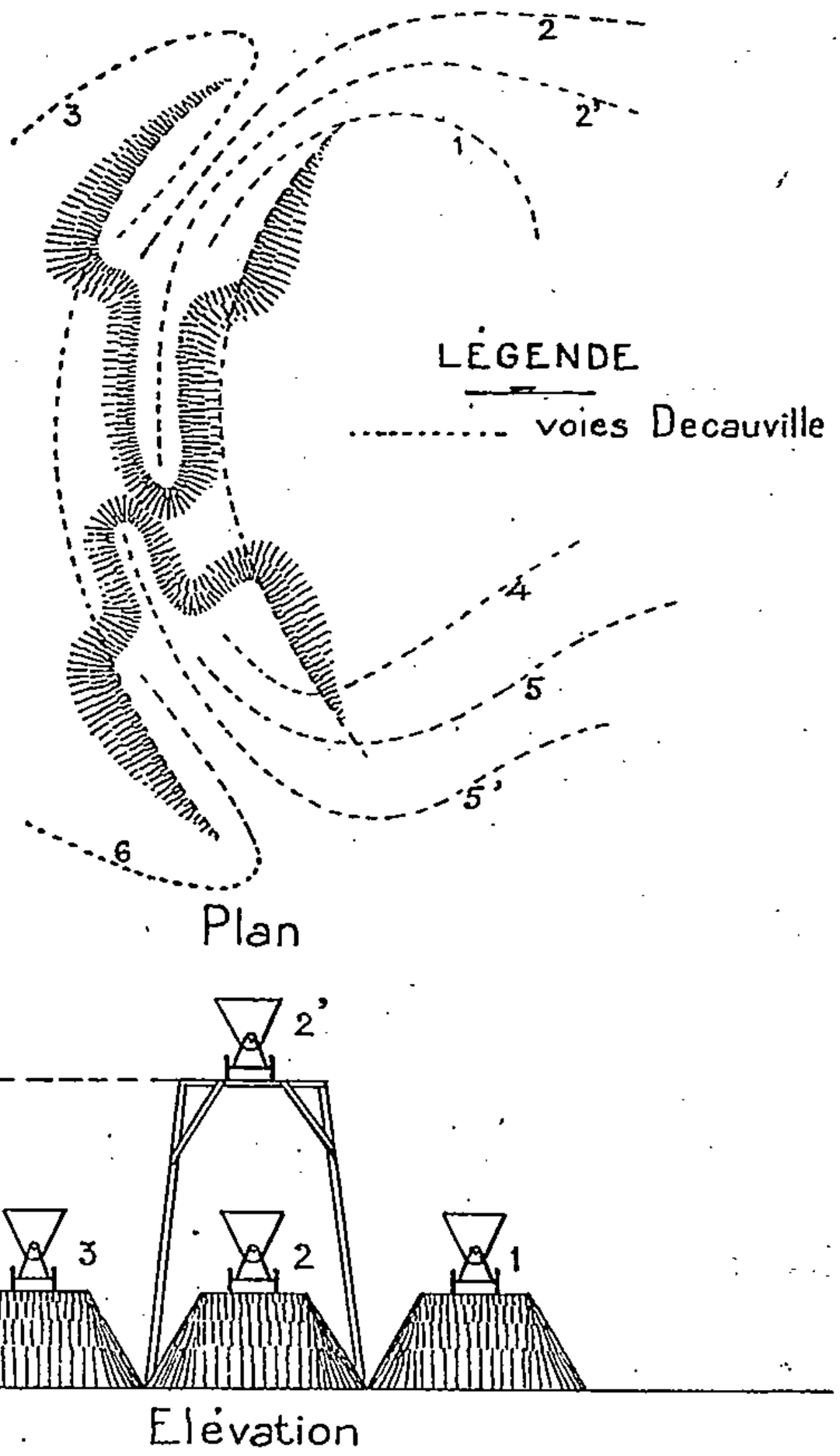


Fig. 6. — Raccordement de Darnétal. Expériences de circuits.

Cas des profils en tranchée. — Le cas des profils en tranchée s'est trouvé analogue, avec cette variante que les voies Decauville étagées pour attaquer le déblai reposaient sur le terrain même et non sur estacades de chantier. Les terres étaient évacuées alors sur des dépôts multiples aussi voisins que possible. L'application en

fut faite plusieurs fois, en particulier sur le réseau de Verdun, en mars 1916, pour la grande tranchée de Villotte, en déblai de 4 m 50 (photo nº 3).

B. — *Les faisceaux de voies.*

La construction de faisceaux de voies a été une opération plus courante encore que la création de lignes ou d'embranchements. Elle devait normalement s'imposer, tant pour compléter ou créer des gares que pour constituer des volants de régulation et d'exploitation sur les lignes.

Les conditions d'un tel travail ont été infiniment variées. Les points les plus délicats restaient, pour le projet, le tracé des têtes, et, pour le terrassement, la méthode d'exécution. Nous n'insisterons pas sur le tracé des têtes, opération spéciale relevant toujours des équipes d'études des unités; mais il peut être mentionné une méthode de terrassement, expérimentée et appliquée, qui différait sensiblement des usages adoptés normalement.

Méthodes des entreprises. — Pour les entreprises, le travail commence toujours par des mouvements de terres destinés à créer l'esplanade du faisceau; mais ici

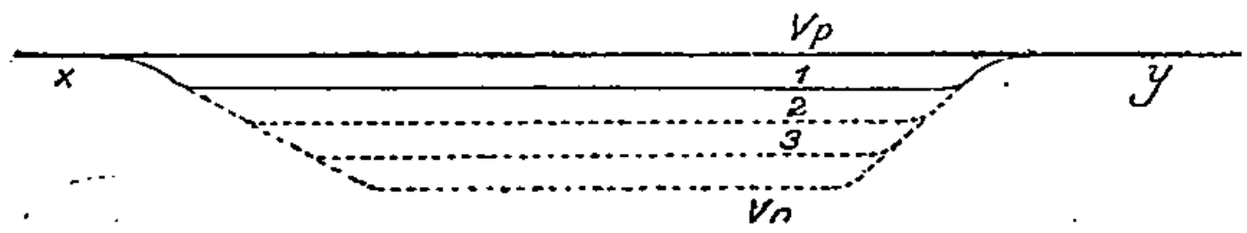
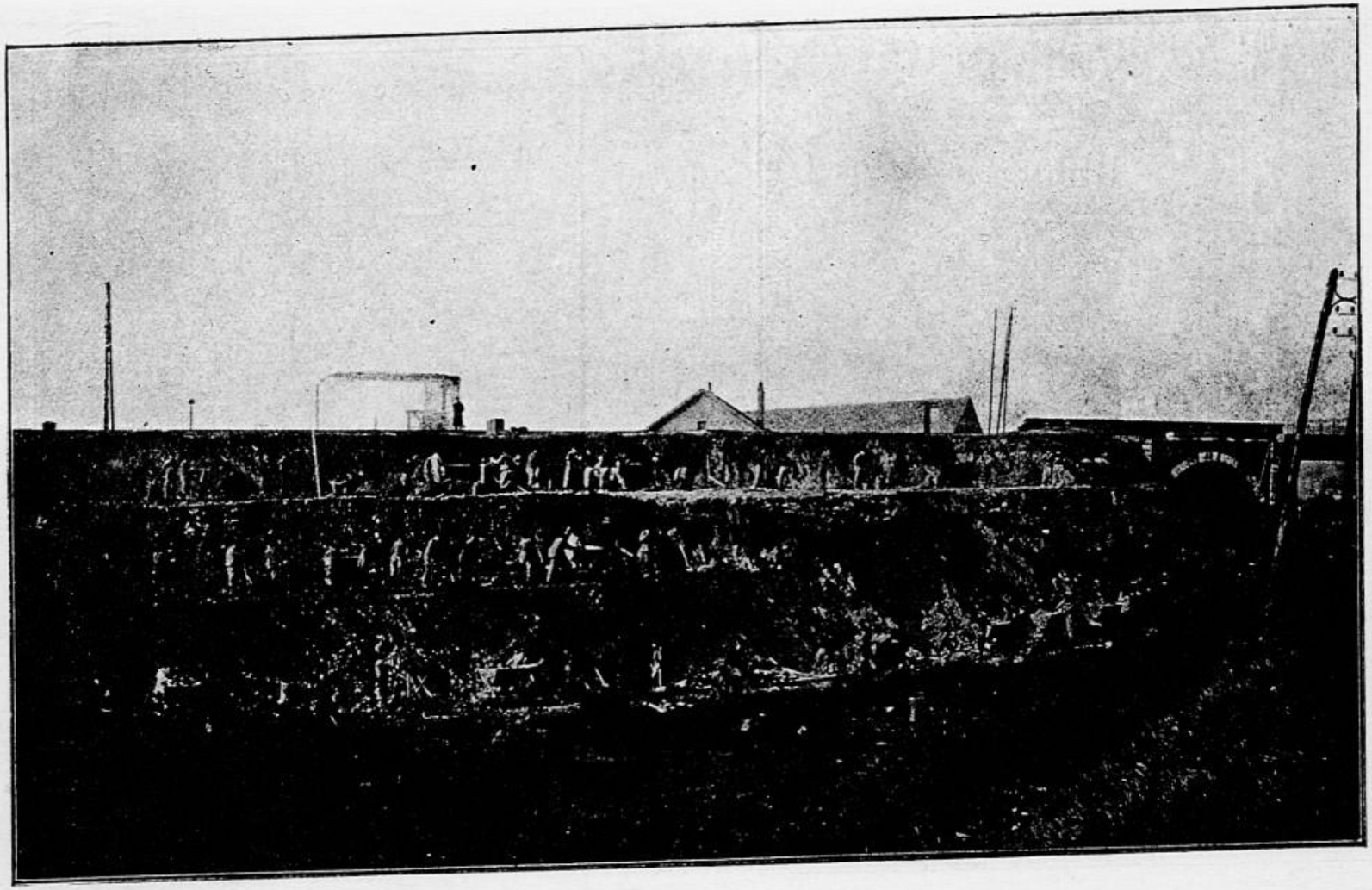
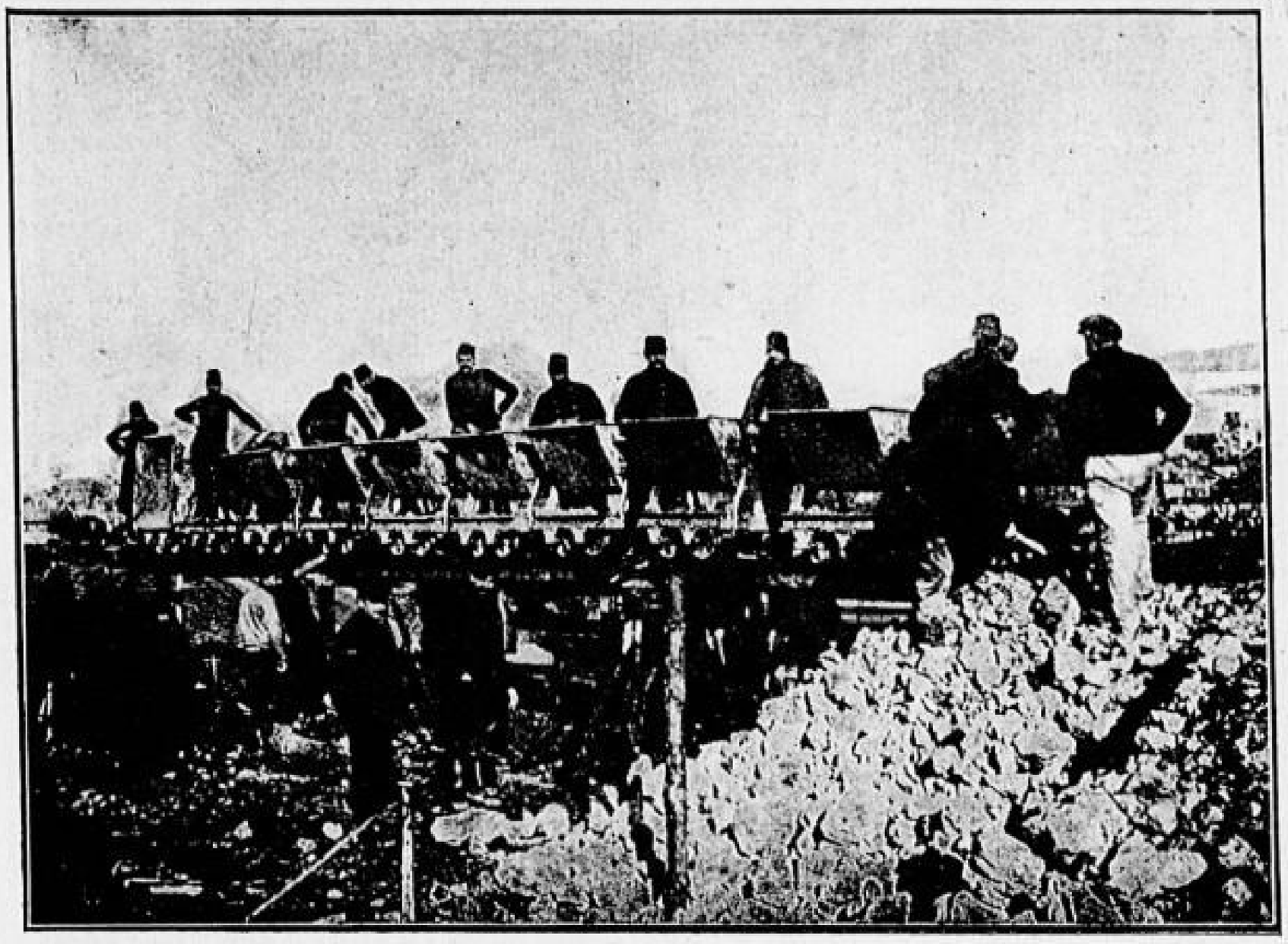


Fig. 7. — Faisceau de voies.

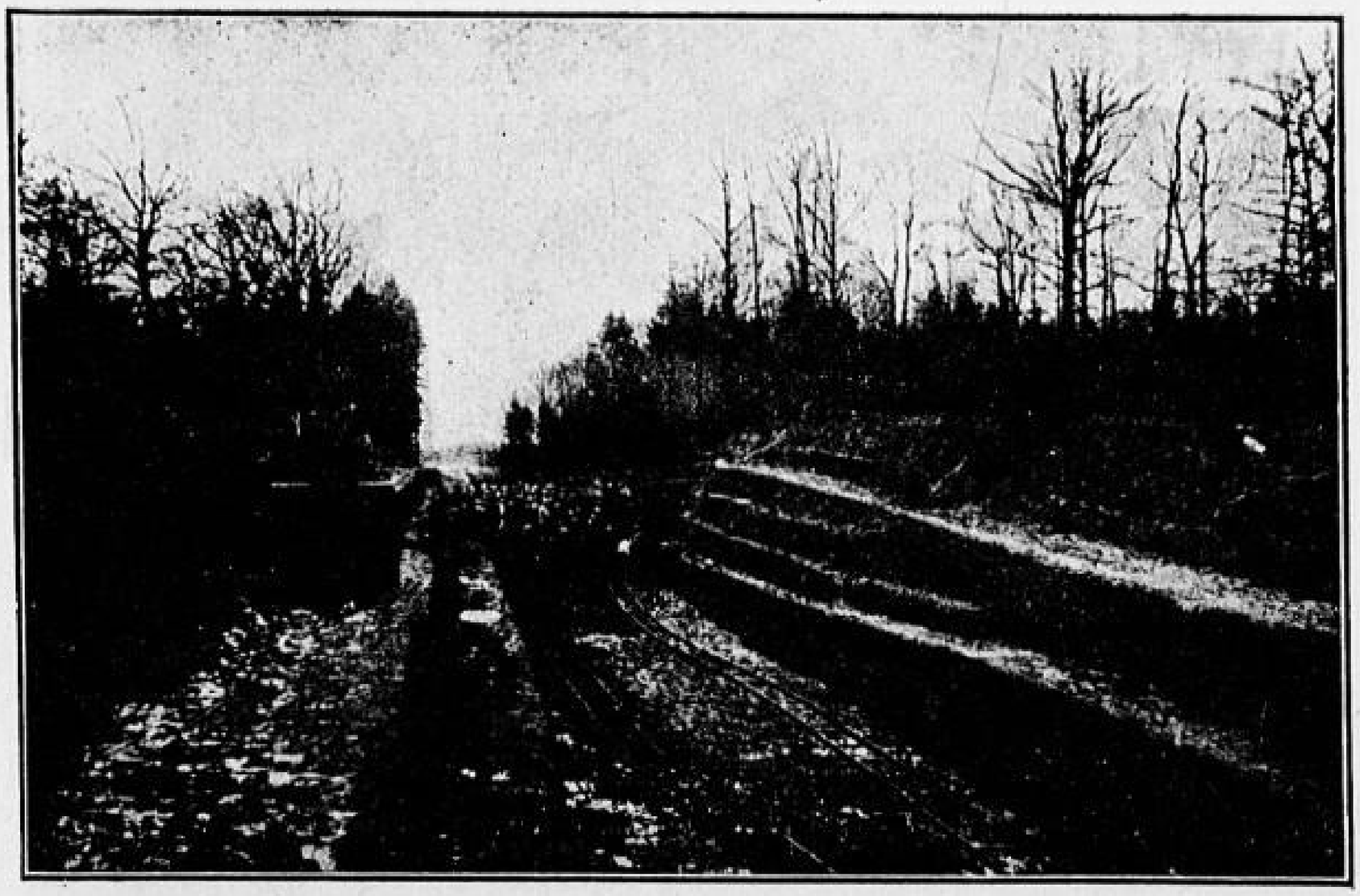
encore c'est l'emploi de la voie principale exploitée qui est la base des procédés de terrassement, puisque les mouvements de terres se font le plus économiquement par rames de wagons empruntant cette voie. Ainsi la première voie de faisceau que l'entrepreneur se proposera



1. Raccordement de Darnétal. Une zone d'emprunt.



2. Raccordement de Darnétal. Un circuit en estacade.



3. Réseau de Verdun. Tranchée de Villotte. Étages de déblai.

de créer peut être, par exemple, celle qui est la plus rapprochée de la voie principale V*p* (fig. n° 7). Il fera poser l'un des deux aiguillages de tête *x* et *y*, et commencera les terrassements par trains amenés sur la voie principale V*p*. Aussitôt obtenue la largeur nécessaire à la première voie I du faisceau, celle-ci sera établie et servira de base au chantier. Elle sera ripée latéralement en positions successives 2, 3, 4, etc... Le travail continuera ainsi, par abatage si le faisceau est en déblai, par apports s'il est en remblai.

Le chef d'un chantier militaire opérerait également ainsi dans le cas exceptionnel où des marches lui seraient accordées sur la ligne en quantité suffisante pour ses trains de terrassement. Cependant, comme variante, il pourrait constituer d'abord la voie extérieure V*n* du

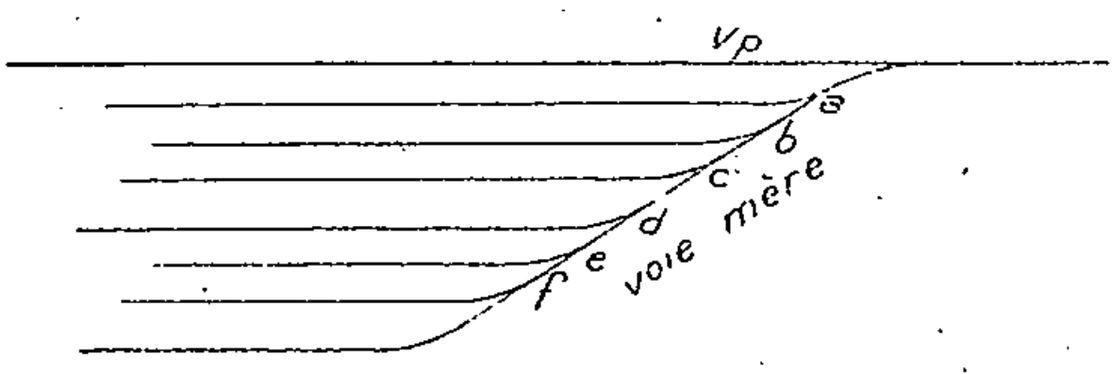


Fig. 8. — Faisceau à voie mère.

faisceau. Il dégagerait alors dès le début les abords de la voie V*p* exploitée qui sont à respecter de préférence, et ceinturerait en outre commodément le chantier. En

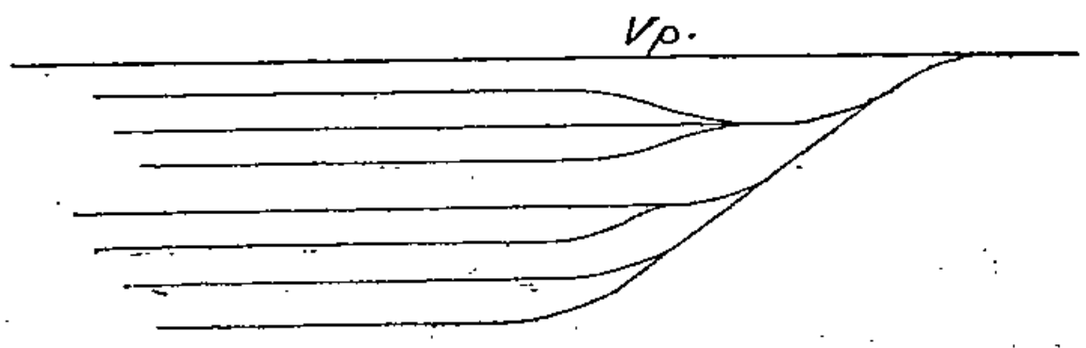


Fig. 9 — Faisceau à ramifications.

revanche cette solution est moins générale et peut conduire à des pertes de temps, surtout si le faisceau doit être à voie mère (fig. 8) au lieu d'être à voies ramifiées

(fig. 9). Il faudra en effet, sous peine de procéder à des reprises souvent injustifiées, poser tous les aiguillages ou appareils de tête a, b, c, d, e, f, dans la première phase des travaux, alors que l'arrivée préalable et le sabotage du matériel correspondant ne seront pas encore assurés.

Méthodes militaires. Expériences du groupe en 1915. — Dans un chantier militaire normal, c'est-à-dire accéléré au maximum, la voie principale, où continuent à passer les courants pendant le travail, est à laisser aux besoins de l'exploitation, et n'est pas disponible pour les sapeurs. Il leur faut donc pousser, avec leurs propres moyens, les terrassements du faisceau, dès la décision prise, pendant la période des études de détail, de la fourniture du matériel, des sabotages, du montage des appareils, du piquetage des têtes, toutes opérations qu'il est logique de ne pas attendre.

Les expériences conduites par le chef de groupe en 1915 avaient donc pour but :

1° de créer très rapidement l'esplanade du faisceau, par élargissement progressif sur toute sa longueur, sans recourir à la voie principale;

2° de ne profiter des quelques trains accordés ensuite au chef de chantier sur la voie principale que pour poser le matériel et la superstructure des voies.

Afin d'assurer à l'ouvrage une utilisation progressive, la pose aurait lieu par voies complètes successives, permettant de garer dès les premiers jours un train de l'Exploitation, plus tard un second, et ainsi de suite jusqu'à l'achèvement.

Le procédé réalisait ainsi :

— Pour l'esplanade, une méthode « par tranches »;

— Pour la superstructure, une méthode « à l'avancement », mais à l'avancement latéral, c'est-à-dire dans le sens de la largeur de l'ouvrage.

Nous prendrons pour indiquer ce procédé, mis au

point dans le groupe sous la dénomination de « méthode des circuits accolés », le cas des faisceaux en remblai, qui ont été les plus fréquents (1).

Méthode de circuits accolés. — Soit à créer un faisceau F (fig. 10) contigu à la voie exploitée V*p*, et dont l'esplanade se trouvera en remblai, limitée par une berne continue M laissée à peu près au niveau du sol naturel.

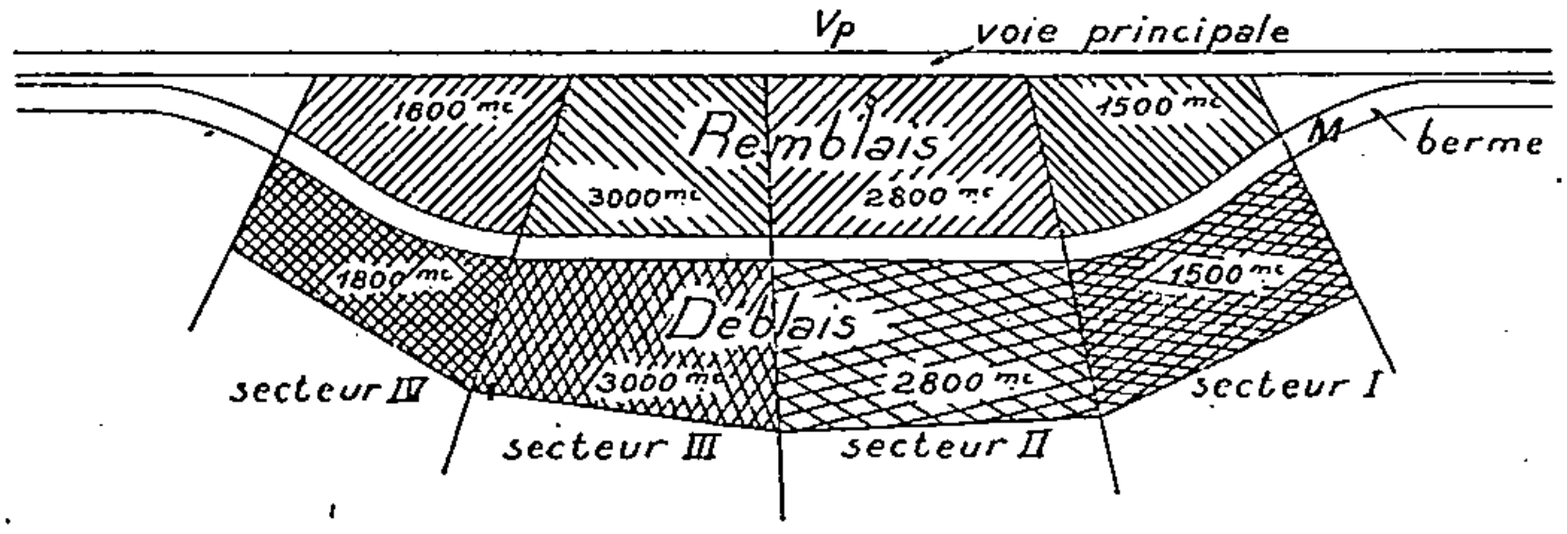


Fig. 10. — Méthode des circuits accolés. Détermination des circuits de terrassements.

On partagera le chantier en secteurs inégaux I, II, III, IV et correspondant chacun à un circuit indépendant pour voies légères Decauville. Chaque secteur renferme une zone de déblais extérieurs et une zone de remblais. Les limites du secteur sont tracées de manière à équilibrer à peu près, dans son enceinte, les emprunts et les dépôts, conditions facile à réaliser puisque la zone d'emprunt aura, en général, une étendue arbitraire (réquisitionnée simplement sans formalités d'acquisition).

La détermination des circuits étant ainsi faite on installe sur chacun un atelier de Decauville complet avec ses équipes :

— de fouille et chargements;

— de transports et de voie;

---

(1) Des conditions de rapidité conduisaient en effet à choisir des terrains à pentes faibles, situés un peu en contrebas des lignes exploitées, et dont on transformait l'emprise en esplanade par une faible surélévation assurant l'écoulement des eaux.

— de déchargements et réglages.

Le schéma de la figure 11 indique les positions initiales et successives des circuits, supposés fermés, qui se déplacent en cours de travail pour occuper l'une après l'autre les positions 1, 2, 3, 4 à mesure de l'avancement de la fouille, par translation latérale vers les emprunts. La faible déformation des circuits dans leurs positions successives assure la rapidité de leur déplacement, presque toujours sans apport de nouveaux éléments de voie. Decauville et normalement sans aucun aiguillage.

On obtient de la sorte un remblai contigu à la voie V*p* et qui s'élargit en bande croissante, permettant la pose du faisceau par voies complètes successives. Les équipes d'appareils, les équipes de voie courante, les équipes de ballastage, ont, par suite, une tâche continue assurée après un court délai. Elles suivent l'avancement de l'esplanade, et le faisceau sera utilisable par degrés jusqu'à l'achèvement complet.

Détails d'application. — Le matériel Decauville de 0,60 et, *de préférence*, de 0,50, s'est bien prêté à l'établissement des circuits; mais on n'a eu normalement aucun bénéfice à employe des wagonnets à trop grande capacité, comme il en existe surtout dans le matériel de 0,60 des entrepreneurs, parce que les voies, même avec d'autres méthodes que celles des « circuits accolés », ont besoin d'être déplacées constamment et ne sauraient, sans pertes de temps, acquérir la stabilité qu'imposent les mouvements des lourdes charges.

La traction à chevaux exige une voie bien dressée si l'on veut éviter de fréquents déraillements, malgré la précaution de placer les traits tangentiels. Il y a, dans ce cas, intérêt à opérer plutôt par rames courtes.

La traction à vapeur n'a offert, pour les circuits courts qui ont été appliqués, qu'un intérêt illusoire. Elle n'est compatible qu'avec une voie très assise, en bon terrain,

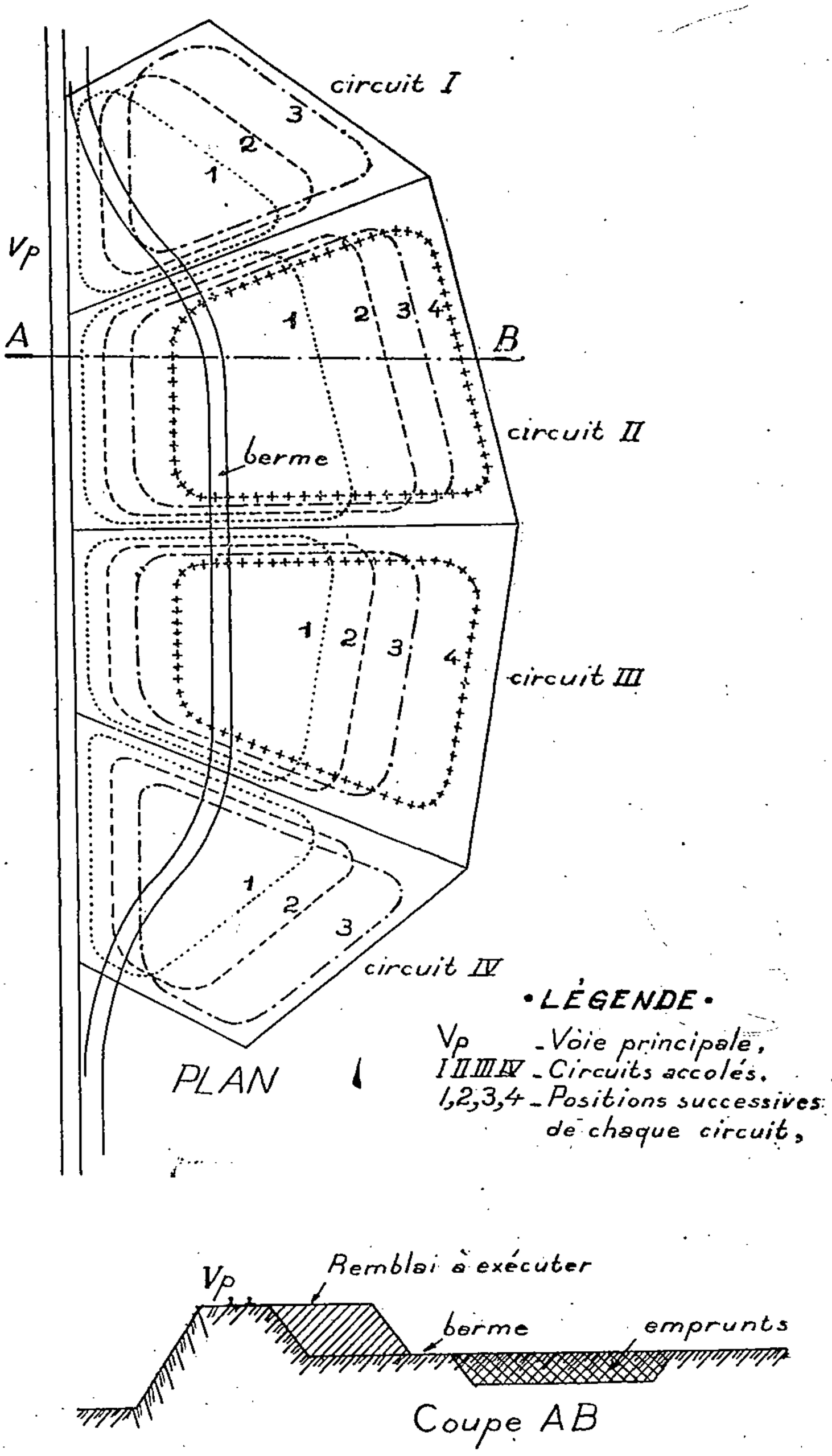


Fig. 11. — Création d'un faisceau de voies en remblai.

et par conséquent à peu près fixe et non mobile. Si on l'emploie sur des circuitss longs, on ne doit pas hésiter, dans le cas où l'on disposerait à l'avance du matériel de voie normale destiné au faisceau et pour une zone d'emprunt éloignée de 500 m ou plus, à constituer avec ce matériel lourd des parties de la ligne Decauville où circulent les machines. En tirefonnant les rails sur leurs traverses, sans sabotage, à l'écartement de 0,50 ou de 0,60, nous avons obtenu des voies de chantier très sûres pour les petites locomotives. Le même matériel sert, en fin de travaux, pour établir les derniers tronçons de voie normale.

En définitive c'est la traction à bras qui reste presque toujours la plus avantageuse pour les circuits de courte durée, et le matériel de 0,50 avec wagonnets de 1/3 de mètres cube a semblé le mieux approprié aux travaux de ce genre.

La plus grande simplicité doit présider au tracé des circuits Decauville accolés.

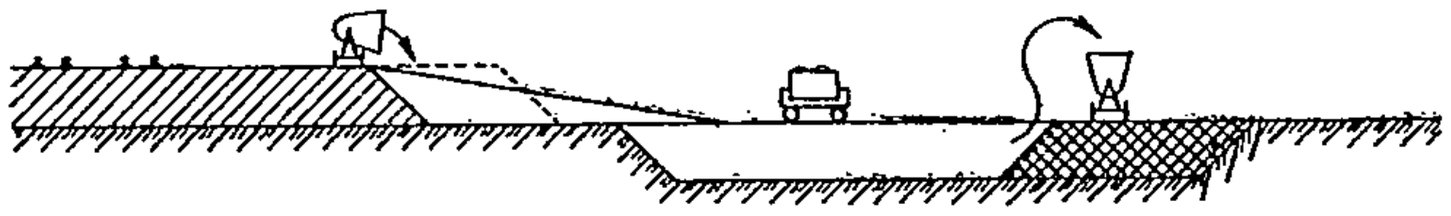
Des plaques tournantes ou des aiguillages multipliés, des courbes trop rapprochées, des pentes excessives, occasionnent une réduction très considérable dans le rendement. Quelques exemples de simplifications expérimentées sont indiqués plus loin.

On doit remarquer en outre qu'avec toutes les méthodes chaque rame se remplira *lentement* et se déversera *instantanément*. Si donc on veut arriver à un chargement continu, ce qui est désirable, on aura d'une part à prévoir des conditions d'immobilité, et par conséquent de garages, différentes pour les deux sortes de rames, vides ou en charge, dont les stationnements devront être de durées inégales. On tendra d'autre part à *dissocier* les rames pendant leur chargement, afin que chaque wagonnet soit environné par plusieurs pelleteurs à mouvements bien libres. On n'oubliera pas de faire changer les hommes de poste, en les groupant par *fractions solidaires*

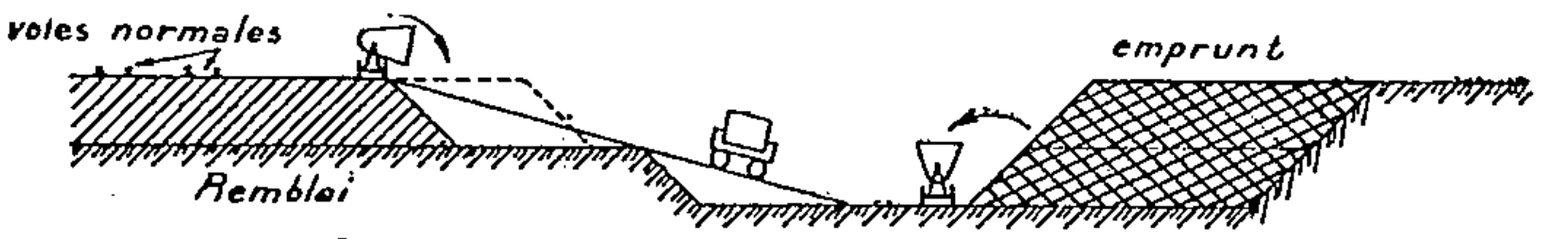
à tâche fixe. Avec la traction à bras, par wagonnets séparés, ces multiples conditions sont beaucoup plus faciles à réaliser (1).

On s'apercevra immédiatement qu'une organisation en train est perfectible si l'on constate que des équipes *s'attendent réciproquement.*

Organisation intérieure des circuits. — Les circuits les plus courants ont comme forme d'ensemble un parallélogramme ou un trapèze (fig. 12) à angles arrondis dont les dimensions l_3, l_4 se trouveront peu changées par les translations. Deux des côtés (coupe U V) seront en déclivités douces (2).



Coupe suivant UV - Circuit en fouille peu profonde



Coupe suivant UV - Circuit en fouille profonde.

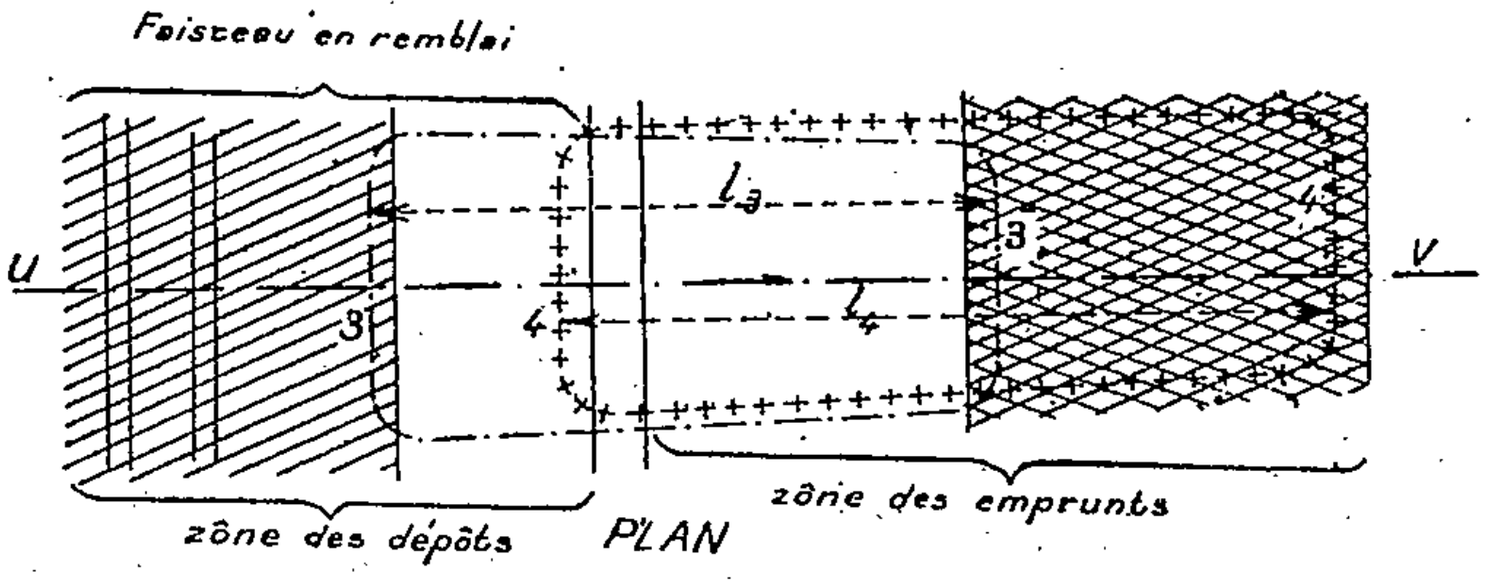


Fig. 12. — Terrassement par circuits accolés. Positions successives d'un circuit.

(1) Il n'y a point de minuties inutiles dans de telles questions, quoique certains officiers aient tendance à trop les laisser à l'appréciation unique des cadres subalternes. Ces problèmes sont au contraire difficiles : une bonne organisation de terrassements peut abréger d'une forte fraction la durée d'importants travaux.

(2) On dispose en général d'assez d'espace pour adoucir ces déclivités, puisque la zone des emprunts est arbitraire et peut être choisie à distance commode.

Le mouvement des wagonnets peut se faire à circuit fermé, à sens unique, avec une seule rame *a* (fig. 13). Comme il n'y a dans ce cas ni aiguilles ni garage, le travail est très simple et le circuit facile à riper. Mais l'équipe de transports y jouirait d'assez longs répits. Si donc le matériel wagonnets est abondant, on aura plus

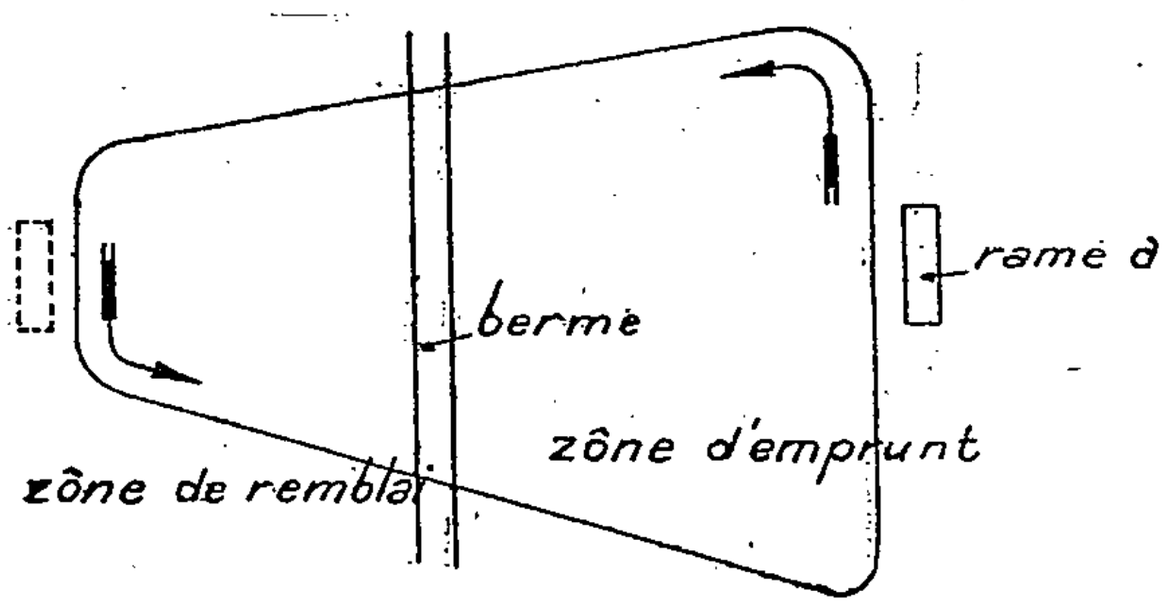


Fig. 13. — Circuit continu à une rame sans aiguillage.

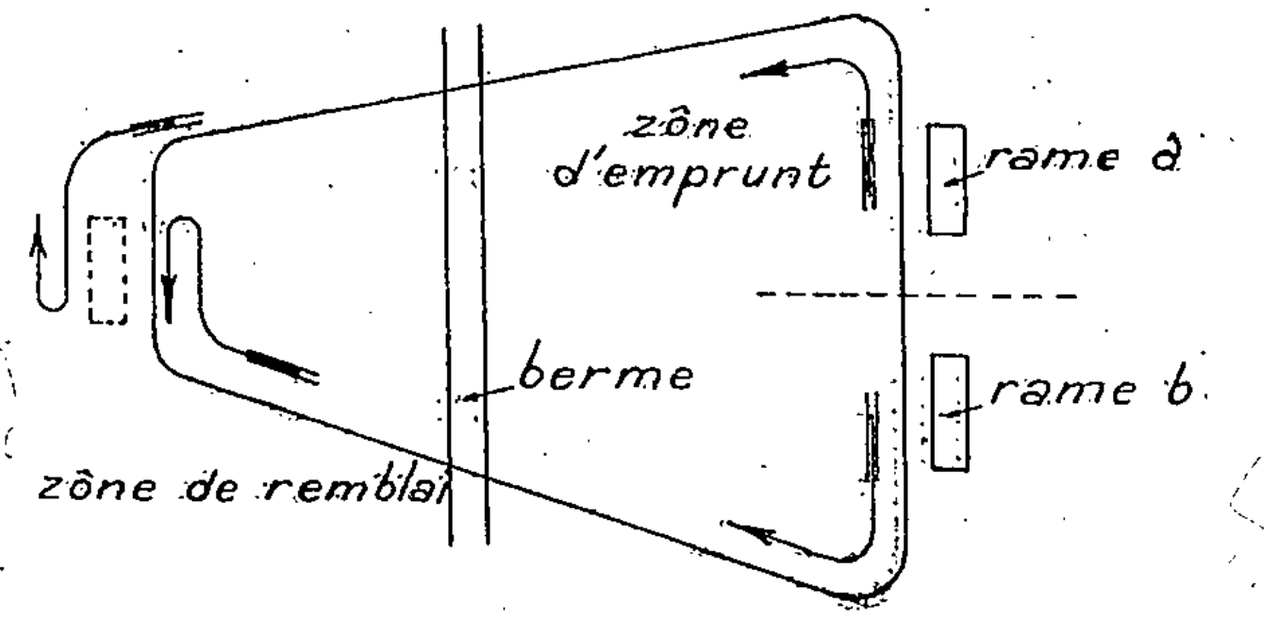


Fig. 14. — Circuit alternatif à deux rames sans aiguillage.

d'avantage, sur le même trajet, à réaliser un circuit alternatif avec deux rames *a* et *b* (fig. 14). L'équipe des transports opérera le mouvement de la rame *a* pendant le chargement de la rame *b* et inversement; on économisera cependant aiguillages et garages.

En employant un aiguillage, et ordinairement un peu moins de voie, on peut constituer ainsi un circuit alternatif non fermé (fig. 15) avec exploitation par deux

rames. L'équipe des transports y travaillera comme dans le cas précédent. Ce dispositif, convient pour un front d'emprunt irrégulier.

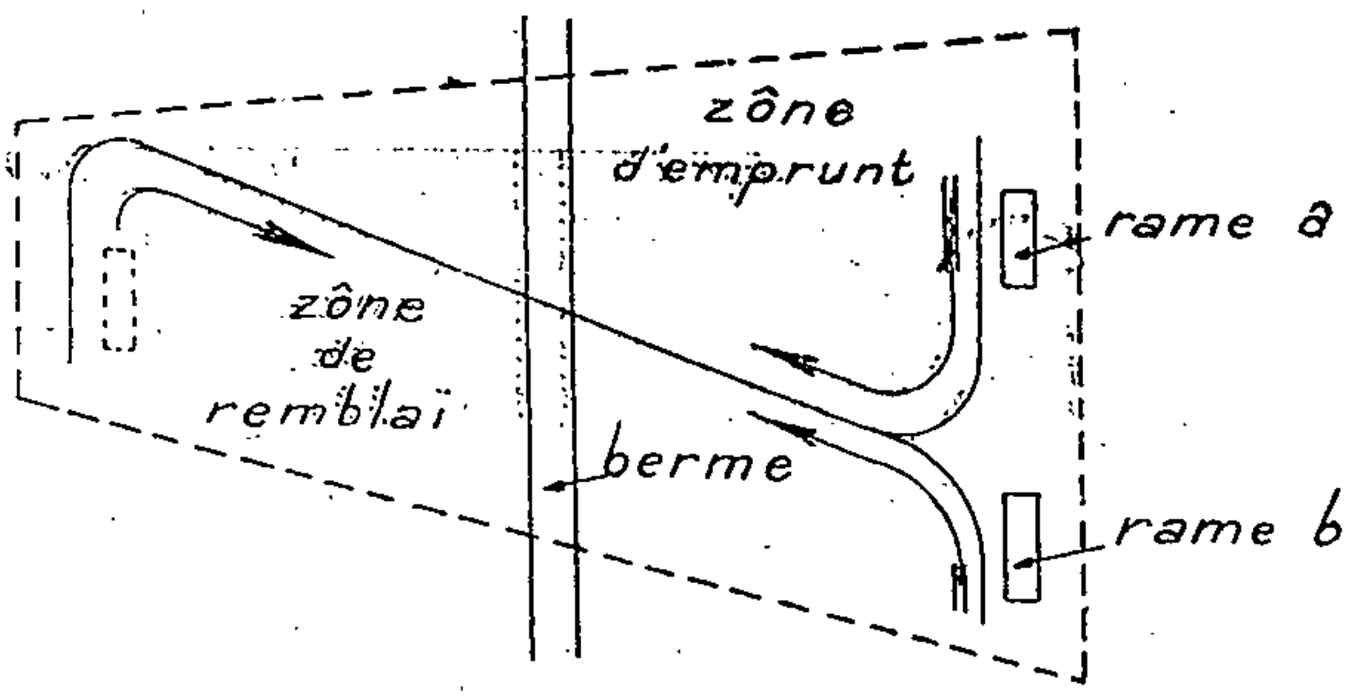


Fig. 15. — Circuit à va et vient à deux rames avec aiguillage.

On modifiera le même circuit comme l'indique le schéma de la figure 16, dans certains cas spéciaux, par exemple pour un front d'attaque à deux étages.

La question des emprunts par étages justifiera d'ail-

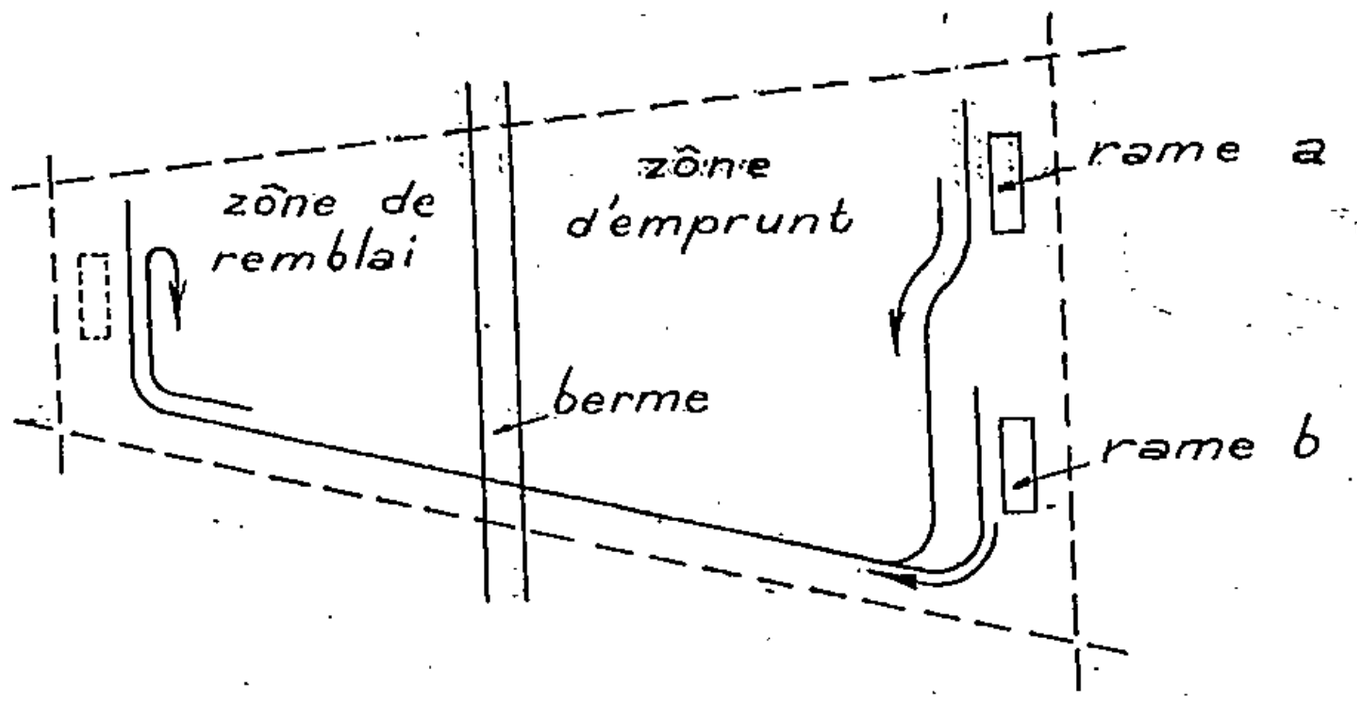


Fig. 16. — Circuit continu à deux rames pour emprunt à va et vient.

leurs un examen réfléchi dans chaque cas. On adopte trop souvent un procédé tel que celui de la figure 17, tentant par la facilité de l'abatage, en enlevant les terres par hauts prismes successifs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, et en

ripant la voie V. Ceci est commode pour le piocheur, qui marche à l'abatage, mais irrationnel pour le pelleteur, qui doit prendre la terre au niveau de *a*. Le cube des parties hautes, descendant en *a*, est ainsi remonté à la pelle jusqu'au niveau du coffre. Or l'effort de chargement

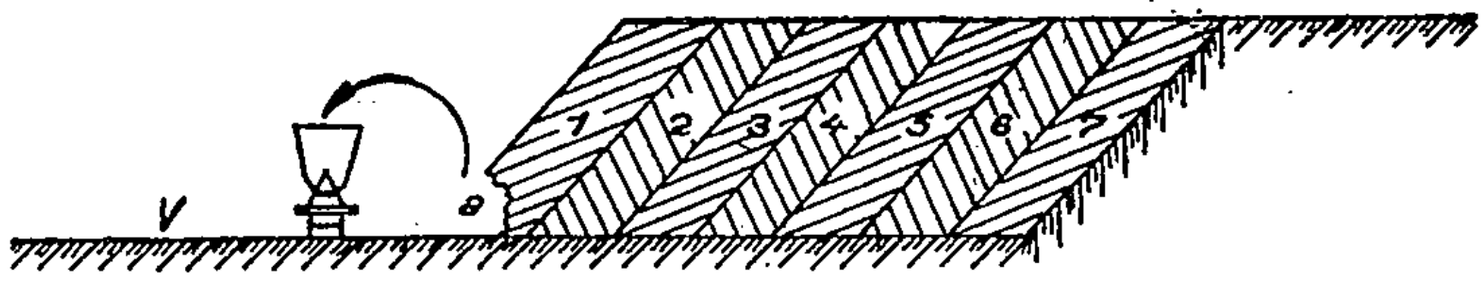


Fig. 17. — Emprunt par procédé courant.

est le principal facteur, sauf en terrain tout à fait rocheux. C'est la facilité de l'abatage qui a masqué les inconvénients du procédé et l'a presque généralisé.

En réalité, dans les emprunts ordinaires, le pelletage et les transports règlent presque seuls le rendement. Il y aura donc lieu, malgré la complication plus grande

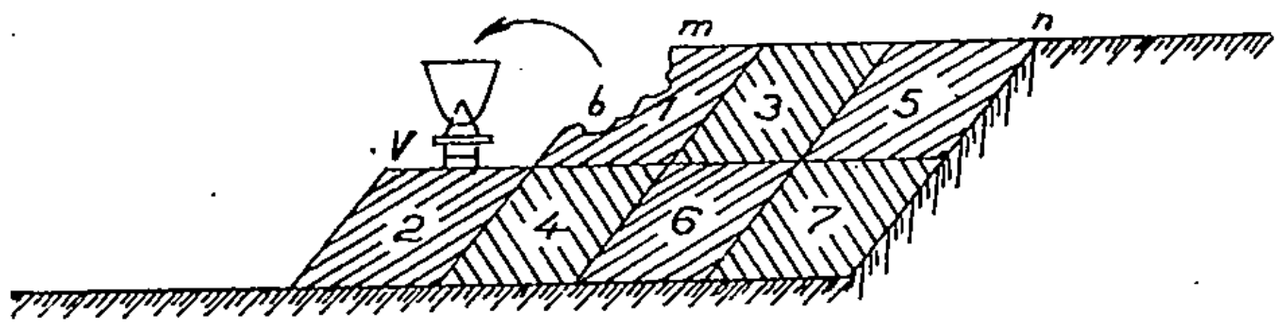


Fig. 18. — Procédé en deux couches.

qui majore d'ailleurs l'*action des cadres et non celle des travailleurs*, de considérer si un procédé tel que celui de la figure 18 à deux étages ne donnera pas un meilleur résultat. Il diminue en effet à la fois l'effort du pelleteur et les rampes du circuit. On enlève par prismes successifs dans l'ordre 1, 3, 5, 2, 4, 6, 7, (ou 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), en ripant la voie V; le pelleteur prend ainsi les terres à un niveau le plus voisin des coffres. On peut d'ailleurs ameublir à l'avance la surface *m n*, à la défonceuse ou à la charrue, avantage appréciable dans les

sols argileux où la couche supérieure est la plus dure en été et la plus collante à l'outil en hiver.

On voit en outre que pendant la phase des déblais 1, 3, 5, le poids des terres transportées peut servir de moteur si ces déblais sont un peu plus hauts que le faisceau. En toute circonstance les rampes du circuit en restent au moins diminuées tant qu'on n'attaque pas les primes 2, 4, 6, 7.

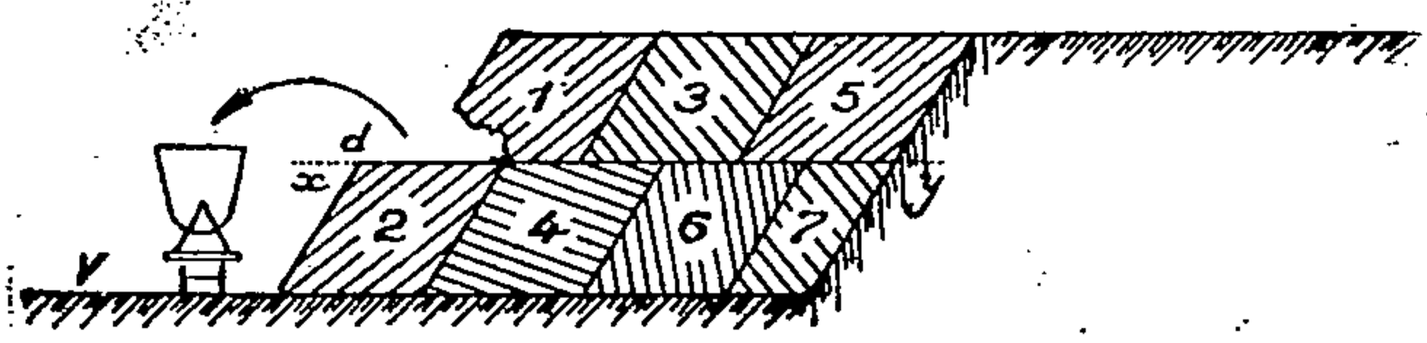


Fig. 19. — Procédé spécial en deux couches.

Enfin le procédé particulier indiqué au schéma de la figure 19, également par prises à deux étages mais avec Terme provisoire $x\,y$ ménagée pour le pelleteur, a donné satisfaction à l'essai. C'est encore l'enlèvement en deux étages, comme au schéma nº 18, mais le pelletage a lieu de haut en bas pour l'étage supérieur, les terres y étant prises au niveau de d. L'ordre d'enlèvement des prismes est 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. On ripe d'ailleurs la voie V un nombre de fois moindre que dans le procédé du schéma nº 18. Ce mode d'opérer, un peu plus compliqué pour les organisateurs du chantier, réduit au minimum l'effort des pelleteurs et convient ainsi mieux à des travailleurs inconnus et sans entraînement.

Exemples d'applications. — Dans leur ensemble, les expériences réalisées par le chef de groupe ont conduit, en particulier, à appliquer intégralement la méthode des « circuits accolés » à la construction :

— du faisceau principal de Calais-ouest en avril 1915 : 11 voies normales, en terrain sablonneux (fig. 20).

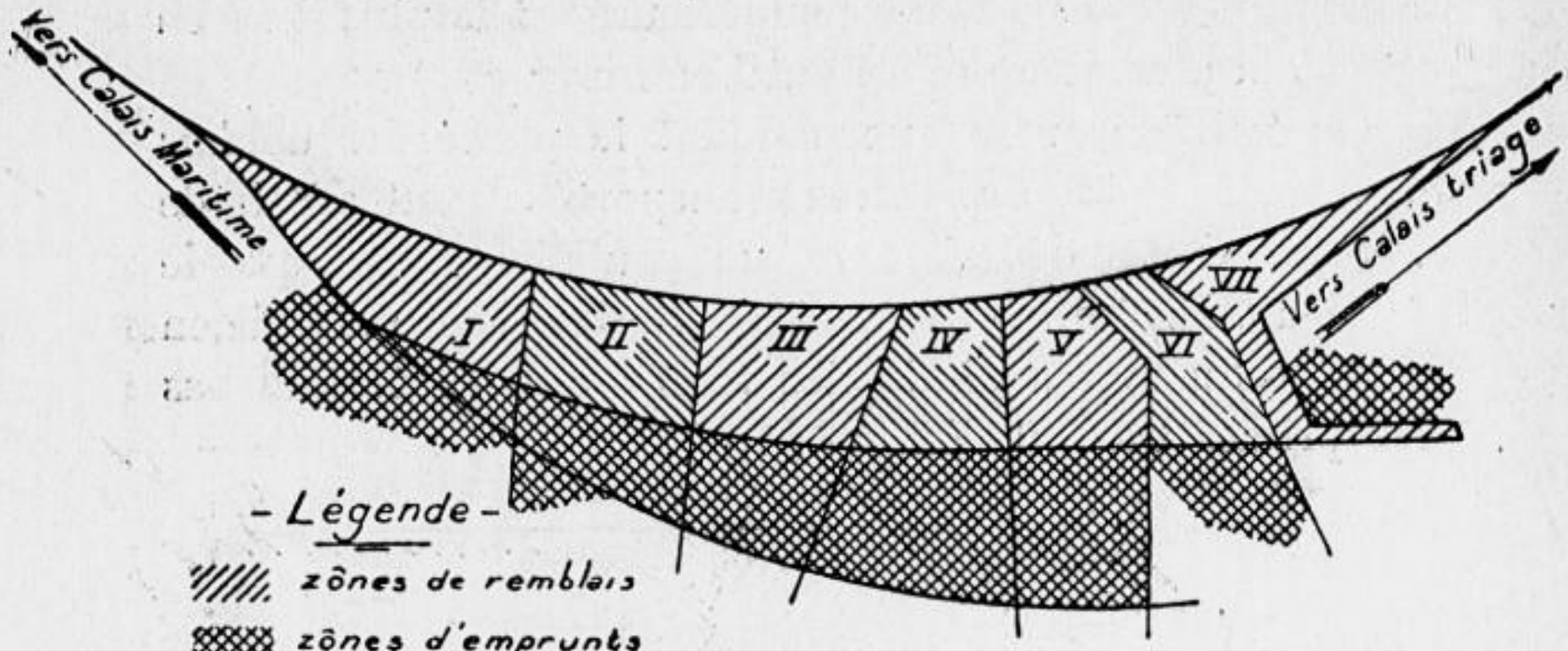


Tableau A

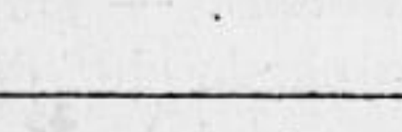
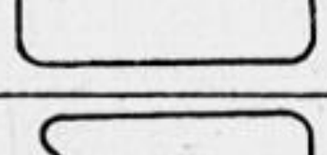
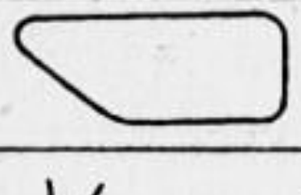
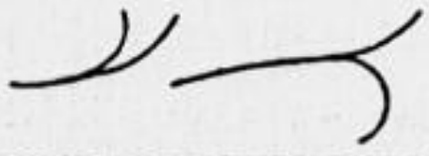
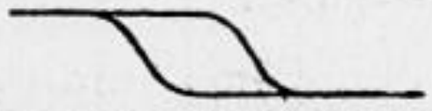
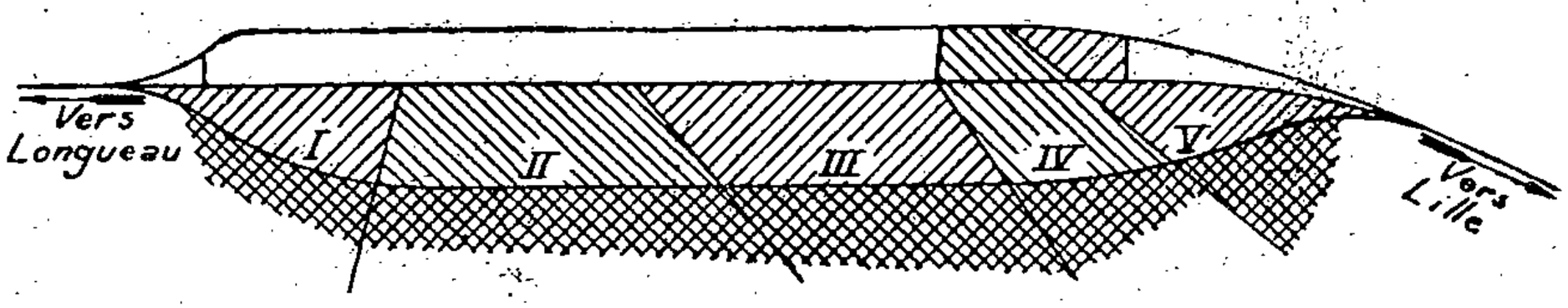
N°s des circuits	cube des terres	Forme du circuit	Observations
I	1200 mc		Terrassement moyen par homme et par jour, transports compris, 3 m. cubes (terrain sablonneux)
II	1975		
III	1392		
IV	2375		
V	1050		
VI	300		
VII	350		
total.	7102 mc.		

Fig. 20. — Faisceau de 11 voies à Calais. Chantier de terrassement à 7 circuits accolés.

— du faisceau de Longueau, en mai 1915 : 7 voies et un quai haut, en terrain argileux (fig. 21).

— de l'assiette de la gare de transbordement du té-



Légende.

////// remblais

déblais

Tableau B

N°s des circuits	cube des terres	Forme du circuit	Observations
I	880 mc		Terrassement moyen par homme et par jour transports compris 2 m.c. 5 terrain argileux
II	1100		
III	2200		
IV	2000		
V	1800		
total	7980 mc		

Fig. 21. — Faisceau de 7 voies à Longueau. Chantier à 5 circuits accolés.

léférique d'Urbès (Alsace), en novembre 1915 — une demi-lune, un quai haut, une cour, le tout en remblai de 10.000 m² environ, en terrain rocheux.

A Calais étaient organisés 7 circuits, dont les caractéristiques et la forme sont indiqués au tableau A. La méthode permettait la réalisation en cinq jours seulement, avec 600 travailleurs. Il n'en fut accordé que 200. Le travail dura 11 jours, et la première voie du faisceau fut utilisable le troisième jours après l'ouverture du chantier.

A Longueau se rapporte le tableau B. La méthode permettait la réalisation en cinq jours également, avec

700 travailleurs. Il n'en fut accordé que 180. Le travail dura dix-sept jours, et la première voie du faisceau fut utilisable le quatrième jour.

A Urbès la gare fut prête avant l'ouverture du téléférique, et utilisée pour la circulation de wagons entre Urbès et la voie ferrée de la Thur.

CHAPITRE V

MÉTHODES EXPÉRIMENTÉES POUR LA CONSTRUCTION DE HALLES ET DE QUAIS

La construction de halles et de quais improvisés a été très fréquente pendant la campagne. Les types employés par le groupe ont été multiples. Il serait fastidieux d'en entreprendre l'énumération, même partielle, notre but modeste étant de citer quelques exemples comparatifs entre des travaux d'entreprises et des travaux purement militaires.

Une évolution s'est d'ailleurs manifestée au cours de la guerre dans la technique des constructions intéressant le réseau ferré.

A. — *L'évolution entre 1914 et 1918*

Après la stabilisation du front de 1914, une sorte d'arrêt s'établit en face d'opérations nouvelles à l'envergure desquelles les armées française et alliées ne sont pas encore adaptées : période de préparatifs pour les communications et ravitaillements, aussi bien que pour l'armement et les munitions. Un premier équipement des réseaux s'entreprend, réclamant une série d'installations qui seront poussées à la hâte afin d'abréger l'immense effort de la guerre. D'où programmes relativement restreints, mais d'exécution accélérée : lo-

caux en halles ou baraques pour les gares régulatrices, les stockages, les stations magasins, les bases de ravitaillement françaises, anglaises, belges, les faisceaux, etc... Présage ou plutôt espérance d'une guerre de mouvement prochaine.

C'est la phase où les conditions sont les plus typiques pour les travaux de constructions relevant des sapeurs de chemins de fer (au moins qualitativement, car la quantité de leur action n'a cessé d'aller en croissant jusqu'en 1919). Comme conséquence, pendant cette période, le groupe de compagnie s'en tient à des modèles de halles et de quais simplifiés, vraiment types de campagne, dont la réalisation devra s'effectuer dans de très brefs délais (1).

Ensuite s'ouvre une ère de résignation, inspirée sinon nécessitée par l'échec des offensives alliées, en particulier par les maigres résultats de l'action de Champagne en 1915. La perspective s'allonge devant les chefs; le programme des voies ferrées va s'amplifier et le temps apparaîtra aux exécutants comme moins mesuré. Les modèles adoptés pour les ouvrages perdent en partie leur rusticité; on envisage déjà des halles à munitions fabriquées en séries, et même des hangars métalliques à commander en usines. Les quais, destinés à du matériel de plus en plus lourd, sont conçus comme ceux du temps de paix.

La Direction des chemins de fer aux armées n'émettra

(1) Ainsi les deux halles improvisées en avril 1915 pour la base belge de Gravelines ont 20 m de portée, avec 150 et 130 m de longueur, 9 m de hauteur, vastes proportions permise par les matériaux spéciaux trouvés dans la région. Les halles édifiées à Calais par les Français pour la base anglaise sont analogues.

La grande halle de Longueau, créée en juin 1915, a encore 20 m de portée, 200 m de longueur et contient dans son axe une voie de 100 m, avec quais hauts et planchers de roulement.

Les couvertures provisoires sont en carton bitumé, de mise en œuvre immédiate. Les quais sont des terre-pleins de fortune revêtus en bois et tôles, sans maçonneries, à l'exception de celui du faisceau de Longueau, destiné au mouvement de matériels lourds.

plus désormais d'objection à des travaux dont la durée s'évalue par plusieurs mois, en centaines de milliers d'hommes-jours. C'est ainsi que l'offensive de la Somme, préparée depuis janvier 1916 pour l'été suivant, occasionne un gros effort mais assez peu d'imprévu pour les sapeurs de chemins de fer.

Comme constructions proprement dites pendant l'hiver 1915-1916, indépendamment de nombreux bâtiments en bois de petit modèle pour l'équipement des

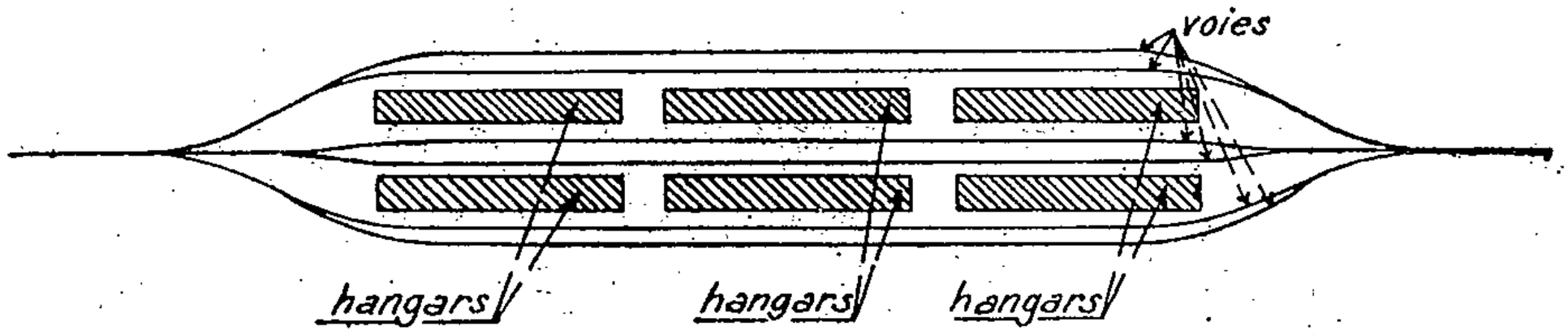


Fig. 22. — Type de parc à munitions de 1915-1916.

fronts, on crée les grands entrepôts de munitions, avec faisceaux de voies, de Formerie, de Vaivre, et de Brienne-le-Château (schéma de la fig. 22 [1]). Ici le type est arrêté en haut lieu et les matériaux sont fournis par l'arrière, les groupes de compagnies n'ayant plus à traiter que les problèmes d'organisation et d'exécution.

L'élément type prescrit est le petit hangar de 5 m de portée seulement, en bois de faibles équarissages et de faibles longueurs, avec fermettes dissymétriques formant sheds. (fig. 23). On juxtapose ces éléments sur la longueur et la largeur choisies, couvrant ainsi d'un seul tenant des rectangles de plus de 3000 m² (²).

Ces halles ou hangars présentent une forêt de supports, avec une hauteur de 3 m seulement sous entrait, et des noues multipliées; mais ces sujétions sont considérées comme compensées par la possibilité de construire en

(¹) Les faisceaux n'étant pas représentés sur le schéma.
(²) 6 rectangles à Formerie, 4 à Vaivre et à Brienne-le-Château.

grande série sur chaque chantier, avec peu de spécialistes. Les toitures sont en tôle ondulée, dont l'incombustibilité diminue les risques d'incendie, combattus d'ailleurs par une série de dispositifs importants.

Ce sont là de vastes chantiers, montés pour une durée comparable au trimestre, sinon au semestre, et sur les-

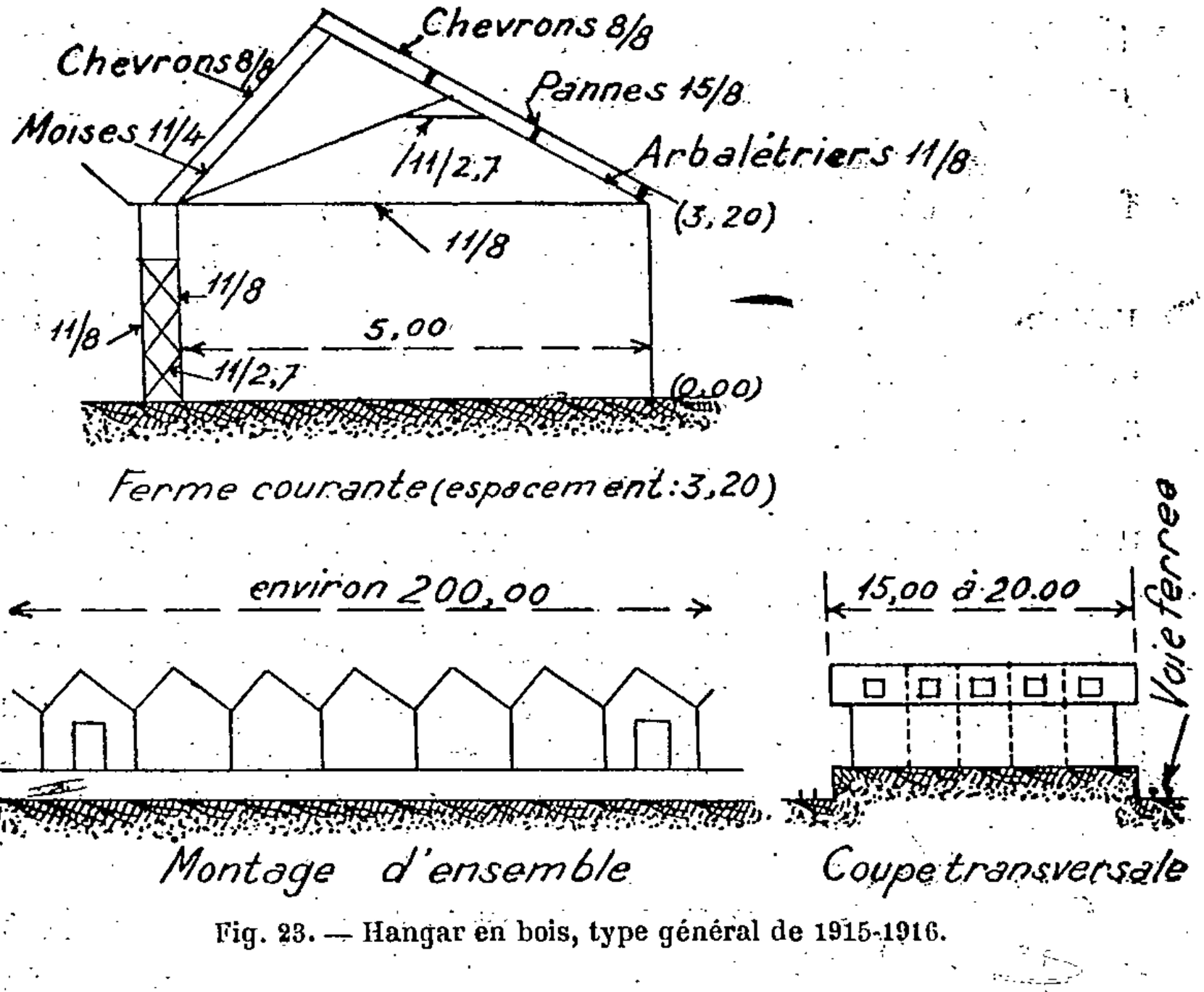


Fig. 23. — Hangar en bois, type général de 1915-1916.

quels le gain de quelques jours dans l'exécution n'entrerait plus guère en ligne de compte.

En 1916, cependant, l'alarme de Verdun rend aux travaux devant cette place leur caractère d'urgence suprême, et des exemples d'accélération spéciale s'y présentent encore pour les organisations ou locaux intéressant le réseau ferré.

L'année 1917 voit de nouveaux préparatifs, assez brusqués jusqu'à l'offensive d'avril, puis étalés, quoique intenses, pendant les longs mois d'attente qui vont précéder les grandes poussées allemandes de 1918.

Aussitôt après le premier recul stratégique de l'ennemi, les sapeurs ont été absorbés quelques semaines; par la remise en état des tronçons de ligne récupérés; mais ensuite c'est leur mission d'équipement des fronts qui reprend intégralement.

Les matériaux de construction réquisitionnables directement par les exécutants se sont épuisés sur le territoire. L'État a centralisé pour les armées la fourniture des bois et des aciers. Les commandes à l'étranger sont presque standardisées pour les boulons, ferrures, et accessoires de charpentes.

Le 27 avril 1916, le ministre a décidé que les modèles usuels de châssis, portes et fenêtres destinés aux locaux construits par les sapeurs de chemins de fer seront approvisionnés par l'École des Chemin de fer de Versailles, établissement fournissant déjà l'outillage des unités du régiment, et seront envoyés à celles-ci suivant commandes, comme le reste de leur matériel spécial.

Dés la fin de 1916, la Commission du Réseau Nord prescrit la construction en série, par un détachement du régiment, en atelier fixe, des baraques complètes destinées à être expédiées aux unités pour leurs chantiers et leurs organisations.

Le 16 octobre 1917, la Commission du Réseau Est s'attribue de même la fabrication des baraquements nécessaires aux besoins des voies ferrées; les pièces sont faites en série, à l'arrière, dans un atelier de la Commission, par un détachement de sapeurs qui doit les distribuer aux chantiers intéressés avec une équipe mobile de montage.

De leur côté, les grands services des armées, artillerie, intendance, santé, adoptent des modèles de hangars ou de baraquements dont les sapeurs, dans les organisations annexées aux voies ferrées, n'ont plus qu'à préparer ou même à prévoir les emplacements. Tel est le cas, par exemple, des hôpitaux du front, des gares

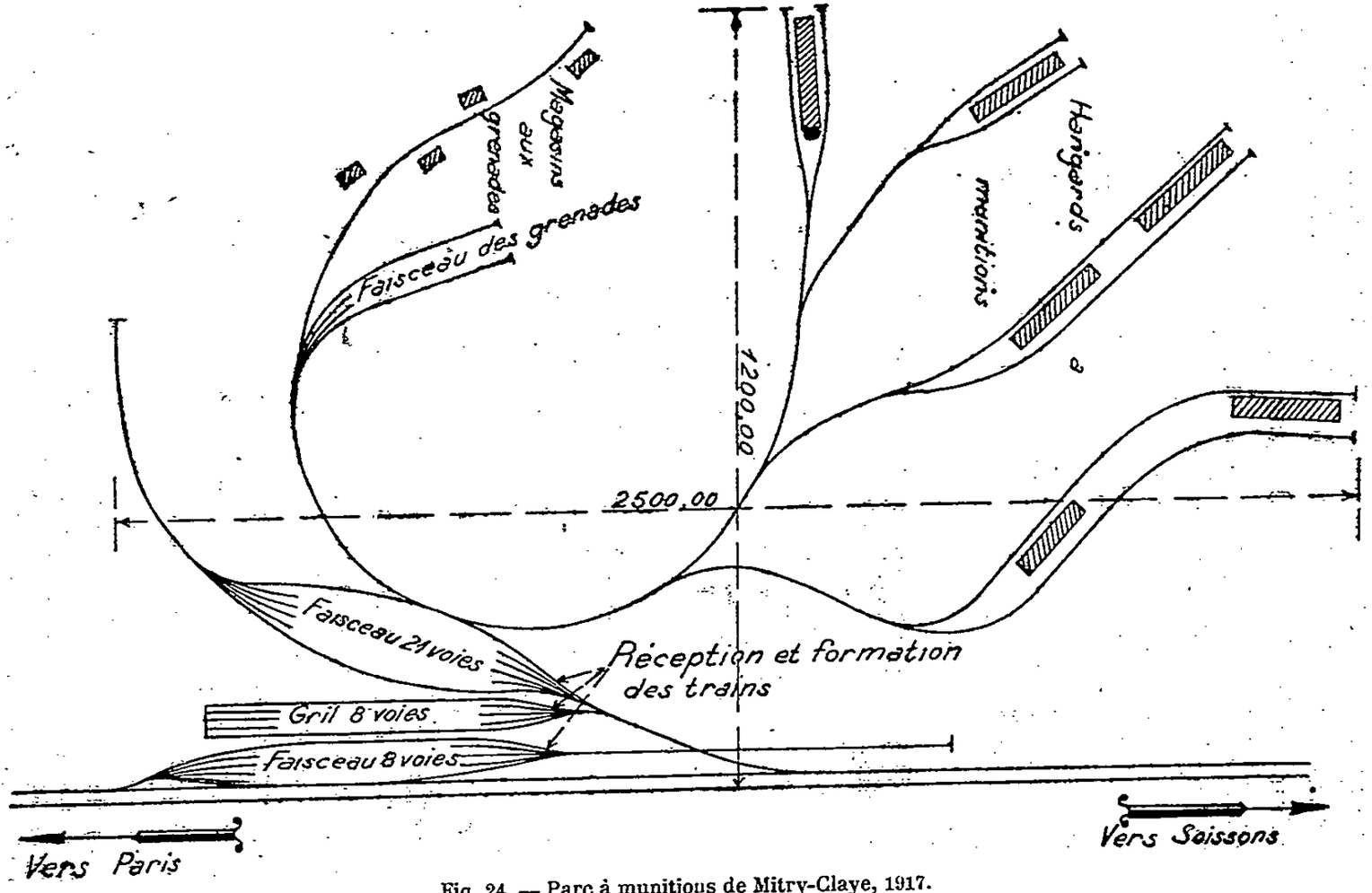


Fig. 24. — Parc à munitions de Mitry-Claye, 1917.

de permissionnaires, des grands stockages d'artillerie. Les figures 24 et 25 indiquent les dispositions adoptées dans le parc à munitions de Mitry-Claye, construit au début de 1917 pour 1400 wagons. Les bâtiments, couvrant 20.000 m² sont en bois ou en fers profilés, envoyés de l'arrière prêts au montage.

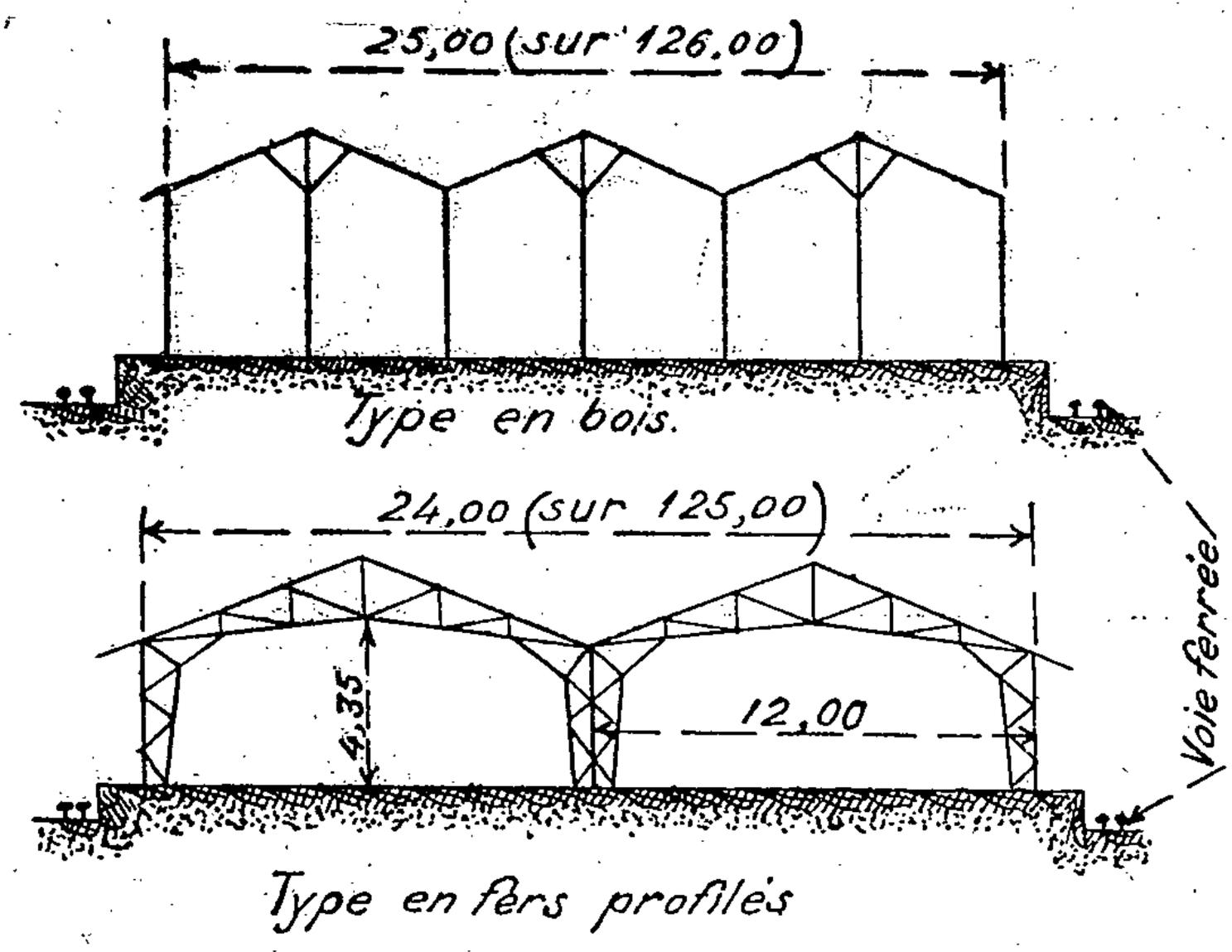


Fig. 25. — Hangars de Mitry-Claye, 1917.

L'imagination et l'initiative des groupes de compagnies de sapeurs de chemins de fer perdent dès lors une partie de leur champ dans les constructions proprement dites (1).

Enfin, pendant la poursuite de 1918, les sapeurs reprennent à nouveau leur rôle de réparateurs de lignes, rôle que les règlements d'avant guerre résumaient dans

(1) Nous ne parlons pas des baraquements standards connus de tous sous le nom de « baraque Adrian », ni des baraques fournies par l'Établissement Central du matériel spécial du génie, ni de celles dites « type du génie de Paris », ni de celles du type dit « vosgien » fournies par le génie d'Épinal pour le front des Vosges, tous modèles que le groupe a employés en outre dans diverses circonstances.

l'expression « assurer la continuité du rail » et dont l'ampleur et les difficultés, dépassant toutes prévisions, ne laissent plus aux groupes de compagnies les moyens d'édifier encore des locaux, même de fortune, pour les besoins du réseau ferré.

B. — *Les approvisionnements et les types.*

Ce bref aperçu de l'évolution observée dans les constructions militaires de chemins de fer peut faire réfléchir sur la question des approvisionnements et des types de certains matériels de construction à mettre en œuvre aux armées.

Deux écoles sont en présence.

L'une préconise, comme pour l'armement et l'équipement, la réunion des ressources par un service central expéditeur. Dans ce cas on est conduit logiquement à faire confectionner en série, à l'arrière, le plus d'éléments possibles, laisant seulement aux troupes de l'avant les opérations que l'arrière ne peut prendre à sa charge, par exemple les montages et les mises en place. Alors il faudra accepter des retards dès qu'il y aura imprévu ou encombrement dans les communications. Si les transports défaillent, tout sera compromis, les formations attendant tout de l'arrière.

L'autre école préfère la réquisition locale, par les utilisateurs, dans toute la mesure possible, de manière à accentuer l'indépendance individuelle de ceux-ci en cas de défaillance dans les transports. Méthode qui ne dispense pas de constituer des approvisionnements d'arrière, mais qui semble mieux appropriée aux actions rapides dans des zones indemnes. Les expériences que nous signalons plus loin se rapportent à ces dernières conditions, dans lesquelles le groupe a dû réquisitionner et improviser.

C. — *Les méthodes d'entreprises.*

Les conditions d'action. — Lorsque le commandement s'adresse à des entreprises civiles pour l'édification de halles ou de locaux de guerre divers, il doit d'abord en définir exactement le programme et les conditions, puis provoquer des offres, puis faire un choix, d'où premiers délais non négligeables.

L'entrepreneur choisi aura introduit dans son projet, automatiquement et légitimement d'ailleurs, des dispositifs ou des matériaux usuels, et de préférence ceux qui lui procurent le plus de bénéfices (1).

Sauf circonstances spéciales, il ne possédera pas à l'avance, de première main, tout le personnel et toutes les fournitures nécessaires; il fera donc des demandes et des commandes à des tiers, d'où nouveaux délais avant l'exécution.

La réquisition des ressources locales, pour laquelle il n'est pas qualifié, lui retire l'avantage des options préalables sur les matériaux les plus proches.

En outre la réception des travaux ne pourra, le plus souvent, être prononcée avant leur achèvement complet, d'où difficulté de livrer l'ouvrage aux usagers par parties sans provoquer des embarras, sinon des litiges, vis-à-vis de l'entrepreneur.

L'entrepreneur va rester astreint, en définitive, au processus du temps de paix, qu'il activera de son mieux avec l'appui des autorités militaires, mais qui le conduira en général à des retards inévitables, même en admettant qu'il modifie ses méthodes professionnelles pour l'exécution proprement dite.

Expérience d'Abancourt. — Une expérience s'est présentée au groupe à ce sujet, dès janvier 1915, pour

---

(1) Compte tenu des « primes à la rapidité » qui sont d'application courante pour les constructions urgentes, même en temps de paix.

la base anglaise d'Abancourt. Cette base devait comporter la création d'une sorte de gare composé de six terre-pleins hauts, de 5000 m² chacun, encadrés de voies et couverts par des halles.

Dans la répartition du travail, concertée entre les représentants français et anglais, les sapeurs français eurent à leur charges les terre-pleins avec leurs quais et leurs voies, mais non les halles, dont l'armée anglaise

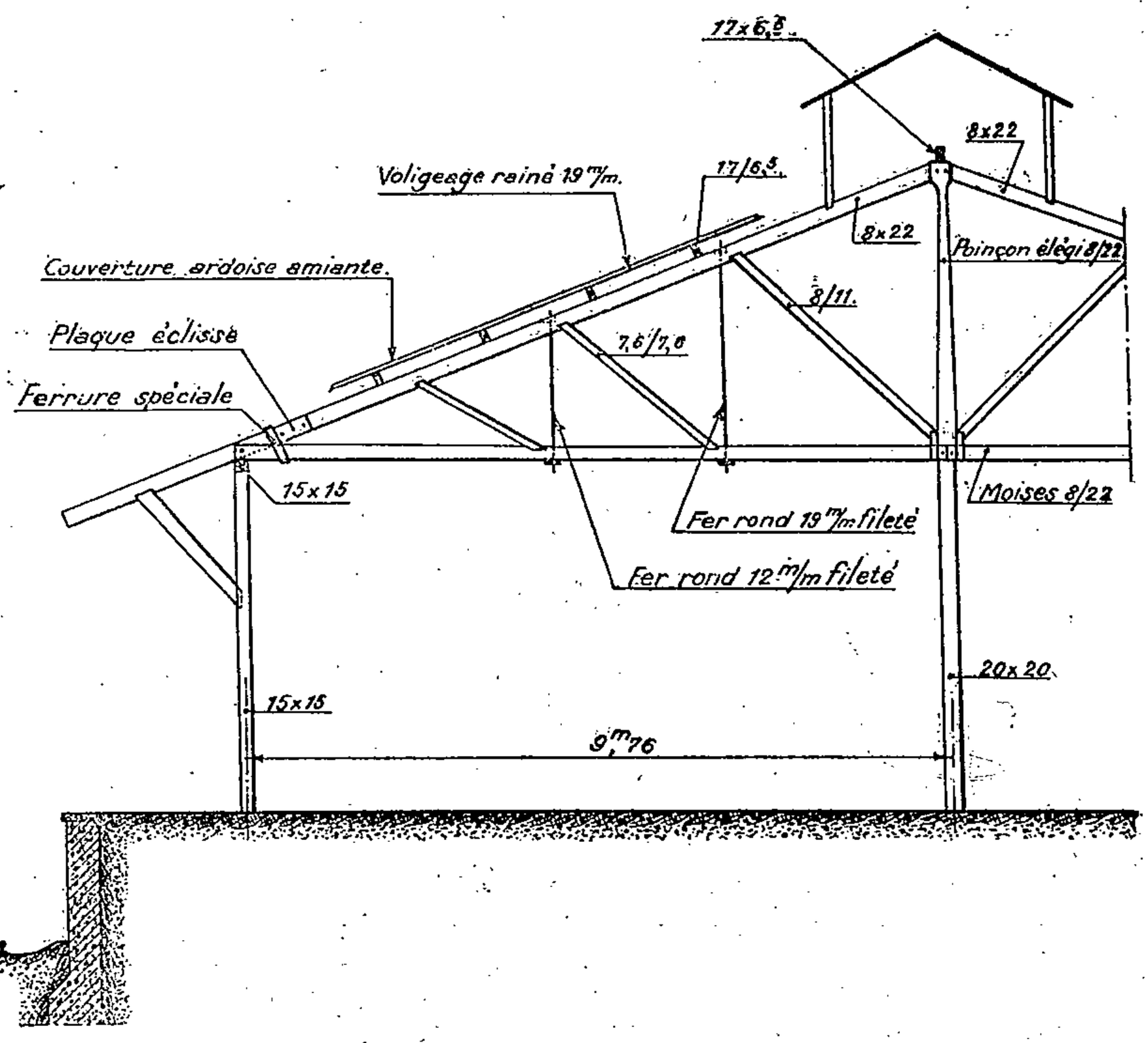


Fig. 26. — Fermes des halles d'Abaucourt.

se réservait l'édification et pour laquelle elle recourut à une entreprise. Bien que celle-ci fût une maison française, sérieuse et outillée, de la région parisienne, les sapeurs terminèrent leur important travail et le li-

vrèrent aux alliés alors qu'aucune des halles n'avait pu encore être mise en place.

On doit remarquer ici que l'ensemble avait, à tort, été conduit en employant la méthode « par couches » : création de voies et esplanades, puis édification des halles. Si le groupe de compagnies eût été désigné pour tous les travaux, il eût mené de front les deux catégories d'ouvrages en employant une méthode « par tranches » ou une méthode « à l'avancement » et eût ainsi livré la base de ravitaillement aux usagers par parties successives en état d'utilisation.

Le modèle de hangars adopté par l'entreprise d'Abancourt fait ressortir la tendance aux dispositifs usuels, même s'ils n'assurent pas la réalisation dans le temps minimum (fig. 26). On y remarque la diversité des équarissages, la complication du lanterneau de faîte au lieu de châssis latéraux, les assemblages par ferrures spéciales, le nombre élevé des pièces distinctes dans la ferme, etc...

D. — *Les méthodes militaires.*

Les avantages initiaux. — Le recours à une formation militaire pour une construction permet d'abord au chef de cette formation de participer à l'avance aux projets et propositions, en apportant les résultats de reconnaissances et l'appréciation des possibilités. La décision peut ainsi être prise par le commandement sans même attendre la mise au point de détail qui s'imposerait d'ordinaire avant la passation des marchés avec les entreprises.

Les matériaux introduits dans le projets militaires peuvent et doivent être ceux dont on disposera le plus tôt.

L'exécution peut souvent commencer avant l'approbation.

Les méthodes rapides, « à l'avancement » par exemple, deviennent applicables, ainsi que la livraison progressive par parties.

Expérience de Gravelines. — Ainsi la Commission du Réseau Nord propose le 8 avril 1915 une répartition nouvelle des bases de ravitaillement des armées anglaise et belge. Le 20 avril le directeur des chemins de fer approuve et déclare d'extrême urgence : l'établissement, à Gravelines, pour l'armée belge :

— de deux grandes halles, entièrement close, des 3.000 m² chacune environ, à proximité du bassin Vauban.

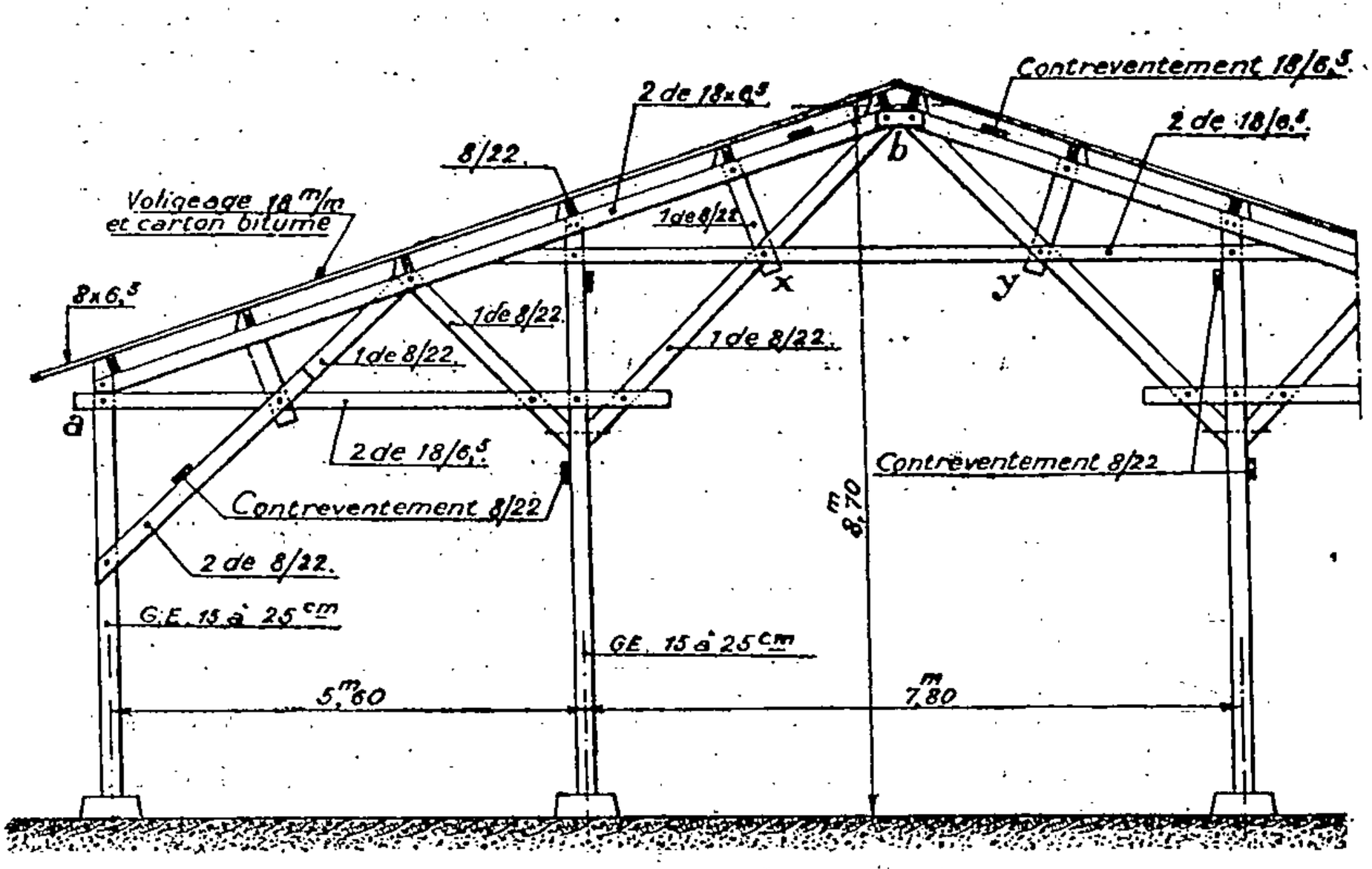


Fig. 27. — Fermes de Gravelines.

— de cinq voies desservant ces halles et permettant les manœuvres correspondantes dans la gares de Gravelines.

Mais le commandant du groupe de compagnies attribué à la commission de Réseau s'est rendu dans la zone, pour reconnaissance et propositions, dès le 15 avril au soir. Il a examiné, le 14, les emplacements, et exploré

les ressources en matériaux de Gravelines et de Dunkerque. Il rédige, dans la nuit du 14 au 15, le projet des dispositifs possibles de fermes et de supports, en faisant état des matériaux existants, de manière à donner toute célérité à la réalisation. Une des compagnies du groupe, désignée pour ce chantier, arrive à Gravelines la même nuit, et commence le 16 la préparation des emplacements et des voies. Elle est renforcée temporairement en sapeurs charpentiers.

Le commandant du groupe, sans attendre l'approbation du projet, fait acheter immédiatement sur place, par le service local de la voie du Réseau Nord, les bois divers, boulons, ferrures, etc. dont l'existence a été constatée et dont la liste qualitative et quantitative a pu être arrêtée par lui le 15 au matin. Le projet, adressé d'urgence à la Commission de Réseau, reçoit, par télégramme du 22 avril, l'approbation du directeur des chemins de fer aux armées. A ce moment, le chantier, est déjà en train et l'édification des deux halles est commencée.

Le type de fermes adopté est indiqué au schéma nº 27. Il ne nécessite aucun envoi de l'arrière puisqu'il est établi d'après les ressources locales. Les supports sont en sapins grossièrement équarris, de 15 à 25 cm, tels qu'ils sont importés sur les quais de Dunkerque et de Gravelines. Les autres bois sont d'équarrissages commerciaux courants et en cinq types seulement; couverture comprise (1). Tous les boulons sont du même diamètre. Les assemblages ne comportent que l'emploi de la scie et de la tarière. L'éclairage est prévu par châssis latéraux garnis de vitres ou mieux de toile huilée, exé-

---

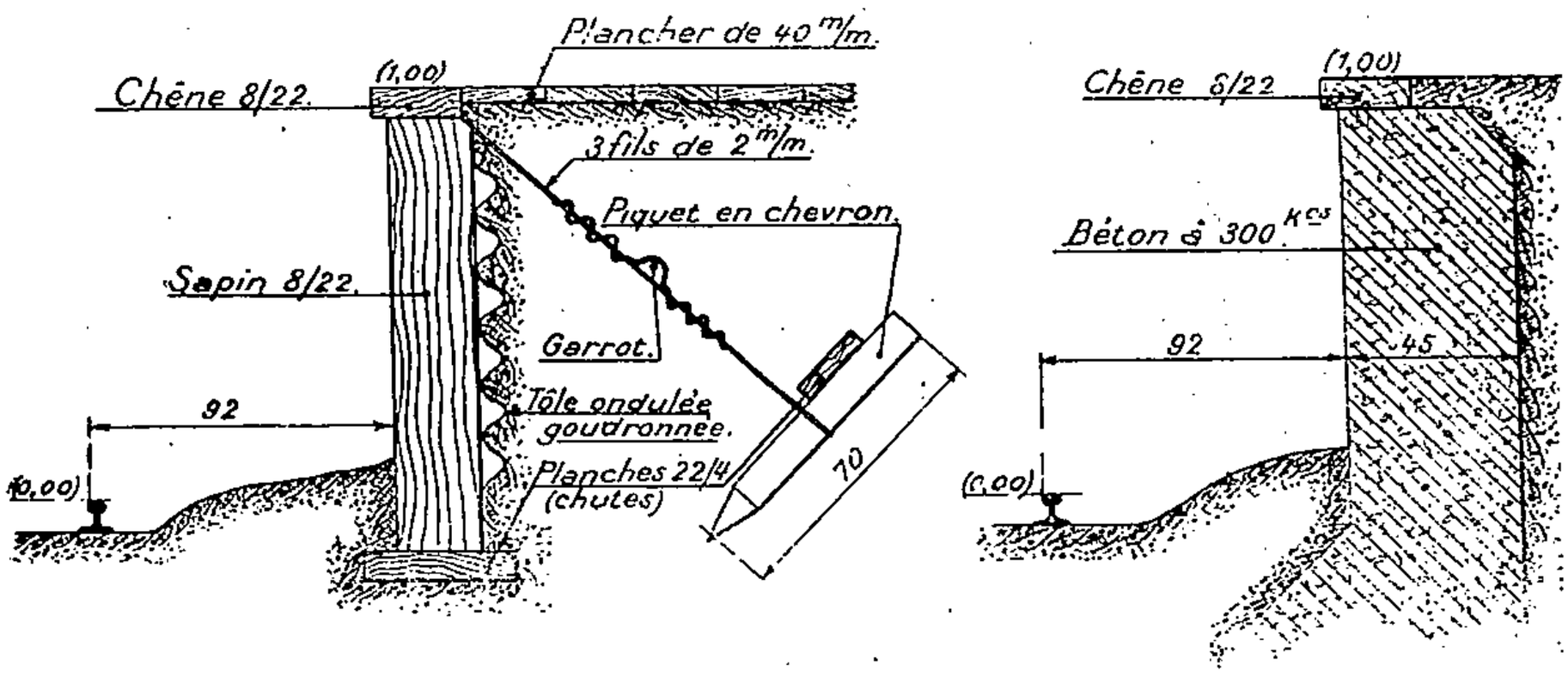
(1) La partie d'entrait $x\ y$ qui n'est pas indispensable, a été prévue facultative afin de permettre l'édification par la méthode « à l'avancement » soit dans le sens de la longueur des halles, soit dans le sens de leur largeur. L'équilibre statique de chaque pan $a\ b$ est en effet assuré isolément, en cas de suppression de la pièce $x\ y$.

cutables pendant l'utilisation, sans lanterneaux qui compliqueraient l'ouvrage et allongeraient les délais.

Le voligeage est jointif et cloué, sans assemblages. Le revêtement provisoire du toit est en carton bitumé auquel on pourra substituer ultérieurement, après livraison des halles, des tôles ondulées ou des ardoises d'amiante. (1).

L'édification de ces deux halles closes, représentant 270 m de longueur sur 20 m de largeur, n'a duré ainsi qu'une dizaine de jours.

L'appel à des entrepreneurs, la présentation et l'approbation de leurs projets, puis leur choix, auraient duré au minimum cinq à six jours. L'exécution par des équipes civiles, compte tenu de la réunion de l'outillage et des moyens, aurait exigé certainement deux semaines au minimum. C'est donc un gain de moitié au moins dans les délais qui a été obtenu par l'emploi du groupe de compagnies.



Quai de la halle. Quai pour matériel lourd.

Fig. 28. — Quais de Longueau.

(1) A l'expérience, les fermes adoptées ont bien donné les facilités de levage prévues, par ensemble ou par parties. Mais la compagnie chargée du travail ayant pu construire, après le 3e jour, deux chèvres de 1 2 m, les levages ont été poursuivis avec ces engins.

Expériences de Longueau. — En juin 1915, le cas de la halle de Longueau, ouvrage de 200 m sur 24 m, avec voie normale de 100 m à l'intérieur, s'est présenté d'une manière analogue. Les reconnaissances de matériaux ont dû toutefois être faites par plusieurs officiers du groupe dans un rayon d'une cinquantaine de km. Le projet qui en est résulte est très voisin de celui de Gravelines, avec quelques différences dans les équarrissages. L'entrait $x\ y$ a été supprimé.

La méthode « à l'avancement » a été employée à la fois pour la halle et pour les quais hauts (fig. 28).

Général DE LASTOURS.

LE CONTROLE DES CONSTRUCTIONS

EN BÉTON ARMÉ

(*Suite*) [1]

EXÉCUTION

Nous examinerons successivement les opérations suivantes :

a) Reconnaissance du sol de fondations;
b) Régime et nature des eaux souterraines;
c) Fondations sur radiers;
d) Fondations sur pieux;
e) Coffrages;
f) Ferraillage;
g) Préparation du béton;
h) Transport du béton;
i) Mise en œuvre du béton;
j) Arrosage et précautions contre les effets de la température.
k) Décoffrage;
l) Épreuves.

a) *Reconnaissance du sol de fondations.* — La plupart des mécomptes survenus du fait des fondations ont eu pour cause initiale une connaissance insuffisante de la nature du sol en profondeur.

L'erreur classique consiste en effet à prendre appui sur une couche résistante en elle-même, mais reposant

---

[1] Voir la livraison de mai 1932.

sur un terrain moins résistant qui cède sous la charge.

Supposons, à titre d'exemple, que l'on veuille prendre appui sur une couche de gravier de 1 m d'épaisseur reposant elle-même sur une couche vaseuse.

Admettons que, pour faire l'essai du sol suivant la méthode classique, on charge un plateau carré de 20 cm de côté jusqu'à rupture du sol, soit par exemple 4.800 kg ou 12 kg par cm².

Adoptant une marge de sécurité de 4, on en concluera que « l'expérience a prouvé que la couche de gravier pouvait supporter normalement et en toute sécurité une surcharge de $\frac{12}{4}$, soit 3 kg par cm². »

Or, *ce sera le mécompte presque certain.*

En effet, grâce à l'épaisseur du gravier (*fig. 20*), la charge de 4.800 kg aura été répartie lors de l'essai sur

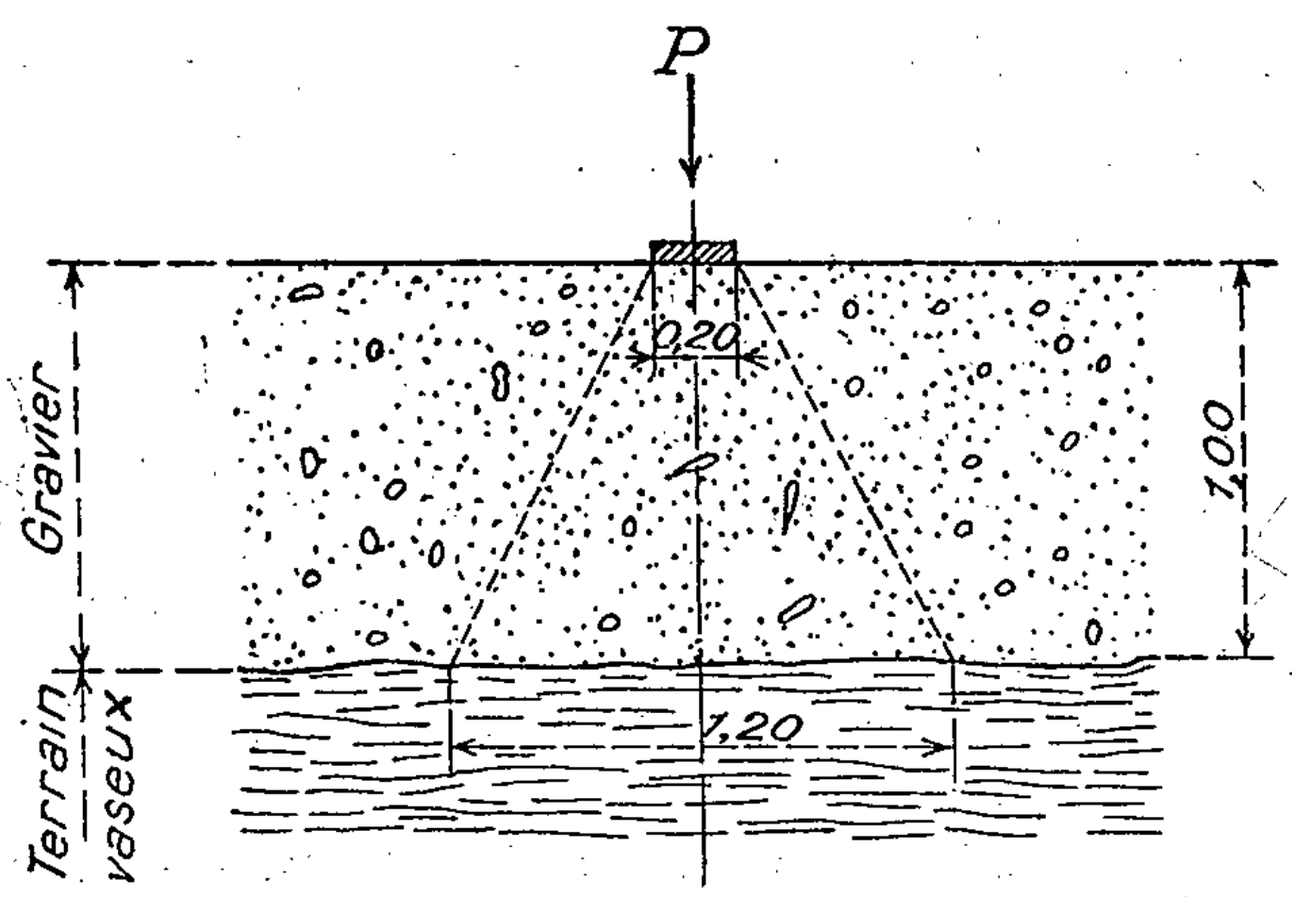


Fig. 20. — Répartition de la charge sur un sous-sol inconsistant à travers une base solide.

un carré fictif de terrain vaseux d'environ 1 m 20 de côté, soit à raison de $\frac{4.800 \text{ kgs}}{14.400 \text{ cm}^2} = 0{,}33$ kg par cm², alors que sous un radier général, on lui fera subir une surcharge de 3 kg par cm², soit près du *décuple.*

Ce simple exemple montre que l'on peut commettre une faute lourde en se basant sur l'essai expérimental d'un sol de fondation sans connaître la nature du terrain *sous-jacent*.

En d'autres termes, *il est d'élémentaire prudence de procéder toujours à des sondages descendant très largement au-dessous du niveau sur lequel on se propose de prendre appui.*

Même si l'on rencontre une couche rocheuse, il convient d'y pénétrer profondément pour bien s'assurer qu'elle ne constitue pas un banc de faible épaisseur reposant sur une couche de moindre résistance.

b) *Régime et nature des eaux souterraines.* — S'il est indispensable de connaître le régime des eaux souterraines pour le mode d'exécution proprement dit et la détermination des dispositifs d'étanchéité, il est également nécessaire d'en connaître la *composition chimique* au point de vue de la décomposition éventuelle des ciments.

Or, l'analyse de l'eau ne doit pas être seulement effectuée dans les terrains réputés suspects, comme par exemple ceux de l'Afrique du Nord qui sont fréquemment sulfatés, mais dans *tous* les terrains.

Je citerai comme exemple la Nouvelle Centrale de Saint-Denis que fait construire, en bordure de la Seine, la société d'Électricité de Paris.

Lors de la construction de l'ancienne usine, il y a plus de 15 ans, on n'avait jamais constaté la présence d'eaux sulfatées et les ciments n'avaient, par la suite, jamais accusé la moindre attaque par les eaux.

Or, en construisant la nouvelle usine, l'analyse révéla des eaux sulfatées à forte teneur, atteignant en certains moments une proportion supérieure à un gramme par litre, ce qui constitue un dosage nettement nocif.

Il semblerait que certains travaux récents aient déterminé la mise en communication avec une lentille de gypse de la banlieue parisienne.

L'eau chimiquement pure, que l'on rencontre notamment dans certains terrains granitiques, tend elle-même à désagréger le ciment, surtout lorsqu'elle est en mouvement.

En résumé, il faut procéder à l'analyse des eaux souterraines susceptibles d'être en contact avec les constructions :

— *dans tous les terrains ;*

— *à différentes époques.*

S'il n'est pas possible de se soustraire complètement à leur action, il importe d'en faire connaître les caractéristiques aux fournisseurs de ciment, afin que ceux-ci précisent si les produits proposés peuvent être ou non utilisés sans crainte d'être décomposés.

L'emploi de ciments spéciaux, garantis par leurs fournisseurs, doit être envisagé dans la négative.

c) *Fondations sur radiers.* — On adopte en général un radier lorsque le terrain est peu résistant et compressible.

Il convient de toujours envisager les mesures suivantes :

— *faire coïncider autant que possible le centre de gravité du radier avec la résultante des charges*, de manière à uniformiser la pression sur le sol;

— tenir compte, dans le calcul des poutres et poteaux du bâtiment, d'une *inclinaison éventuelle de l'ensemble* sous l'action d'un tassement éventuel du sol.

A titre de renseignement, certains immeubles de Tunis ont été calculés en admettant une inclinaison de *deux cm par m*, soit un faux aplomb de 0 m 30 pour un bâtiment de 15 m de hauteur.

— *fretter le terrain*, par exemple à l'aide d'une enceinte

de palplanches, si l'on peut craindre que des travaux dans la zone avoisinante puissent influer sur l'équilibre général du sol, ce qui peut être notamment le cas dans des terrains vaseux ou d'argiles sableuses immergées.

d) *Fondations sur pieux.* — Il est peu de problèmes d'apparence plus simple et en réalité plus complexes que d'établir avec sécurité des fondations sur pieux dans certains terrains.

D'une part en effet, toutes les formules théoriques, statiques ou dynamiques, utilisées pour déterminer la résistance d'un pieu, n'ont qu'une valeur très relative et essentiellement variable suivant les cas.

D'autre part, il n'est nullement certain, *a priori*, que si la résistance réelle d'un pieu unique est égale à P, celle d'un groupe de 10 pieux atteindra dix fois ce chiffre.

Aussi est-il nécessaire, avant d'exécuter une fondation sur pieux, de *se renseigner sur les fondations comparables existant dans la région*, tant au point de vue du type de pieux, de leur longueur, des caractéristiques de fonçage, etc., que des résultats pratiquement obtenus.

Si ces renseignements sont nettement probants, et les cas certainement comparables, la question est résolue.

Dans le cas contraire, il est indispensable de procéder notamment aux opérations suivantes :

1° *Sondages* assez profonds pour permettre d'évaluer approximativement la longueur des pieux d'essai et déterminer l'écartement des pieux définitifs de telle sorte que la charge moyenne qu'ils transmettront au sous-sol ne risque pas de provoquer l'affaissement ou le poinçonnement de ce dernier, comme le cas s'est produit dans plusieurs accidents relativement récents.

2° *Épreuve des pieux d'essai par charge directe.* On peut procéder à cet essai par groupes de deux pieux sur lesquels on dispose une plateforme de chargement avec

dispositif de stabilité, comme je l'ai décrit dans le *Génie Civil* du 28 décembre 1929.

D'une manière générale, on exige les trois conditions suivantes qui peuvent du reste varier suivant la nature des ouvrages à supporter :

a) tassement insignifiant sous la charge normale du pieu;

b) tassement de quelques millimètres seulement (4 à 5 mm par exemple) sous le double de cette charge;

c) enfoncement proprement dit du pieu sous une charge égale ou supérieure au triple de la charge normale.

Si ces conditions ne sont pas réalisées, il convient de réduire la charge attribuée aux pieux ou d'améliorer leurs caractéristiques en vue d'une meilleure résistance unitaire.

Lorsqu'il s'agit de terrains suspects d'être *décompressibles*, tels que les argiles immergées, etc., *l'épreuve doit être prolongée pendant une durée suffisante pour s'assurer que la résistance des pieux ne diminue pas avec le temps*.

On admet couramment des délais de 15 à 30 jours.

En cours d'exécution, et pour les pieux enfoncés au mouton, il importe de ne pas insister exagérément lorsque le refus normal est atteint.

On fatigue alors inutilement le pieu en risquant même de le briser, surtout s'il s'agit de pieux de grande longueur foncés dans un terrain peu résistant.

En ce qui concerne les *pieux d'ancrage*, c'est-à-dire sollicités de bas en haut, certains constructeurs admettent arbitrairement que leur résistance au soulèvement est une fraction fixe, le tiers ou le quart, de leur résistance à l'enfoncement.

C'est un fait qu'il importe *toujours*, à moins de précédents probants, de vérifier par expérience directe.

Un pieu foncé sur du rocher à travers une couche de vase fluide présentera en effet une résistance de haut en

bas qui ne sera limitée que par celle du béton armé lui-même, tandis que sa résistance à l'arrachement pourra n'être que légèrement supérieure à son seul poids propre.

Cette épreuve directe devra naturellement être maintenue pendant un certain temps si l'on peut redouter la décompression du sol.

e) *Coffrages.* — Il faut veiller surtout à ce que les coffrages soient *résistants, rigides et étanches.*

Les coffrages métalliques sont parfois avantageux, notamment lorsqu'il s'agit de l'exécution de nombreux éléments semblables.

f) *Ferraillage.* — Les aciers étant supposés de qualité conforme aux caractéristiques imposées, le façonnage doit être effectué à froid, sauf cas exceptionnels. Pour ces derniers cas, éviter soigneusement la surchauffe du métal.

Avant leur mise en place, vérifier que :

1° aucune crique n'apparaît dans le métal au droit des pliages;

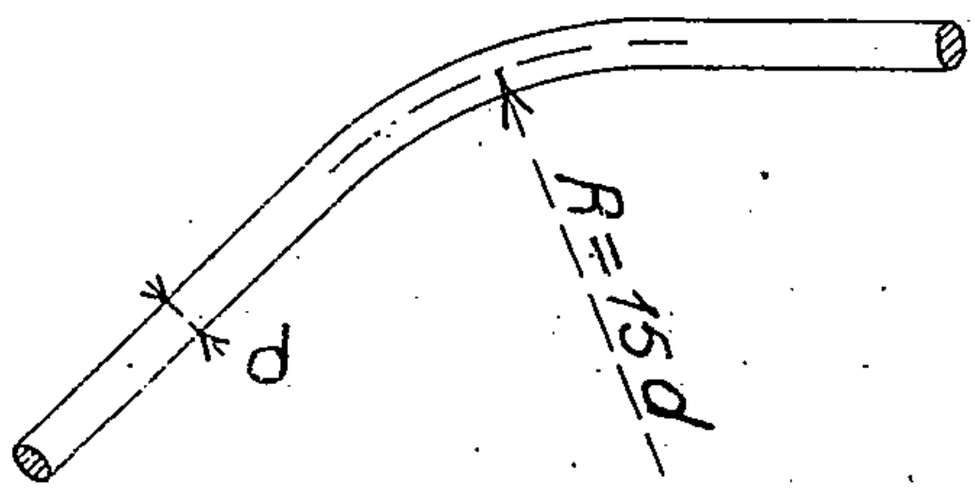


Fig. 21.

2° les pliages ne sont pas brusques, mais comportent un rayon de courbure d'au moins 15 diamètres, afin de ne pas écraser le béton (*fig. 21*).

3° les crochets sont en forme de crosse, avec un rayon de courbure d'au moins 3 diamètre et l'extrémité largement prolongée (*fig. 22*).

Pour les étriers et ligatures, notamment, qui travaillent par traction, exiger des crosses ayant une longueur d'au moins dix fois le diamètre de la barre (*fig. 23*).

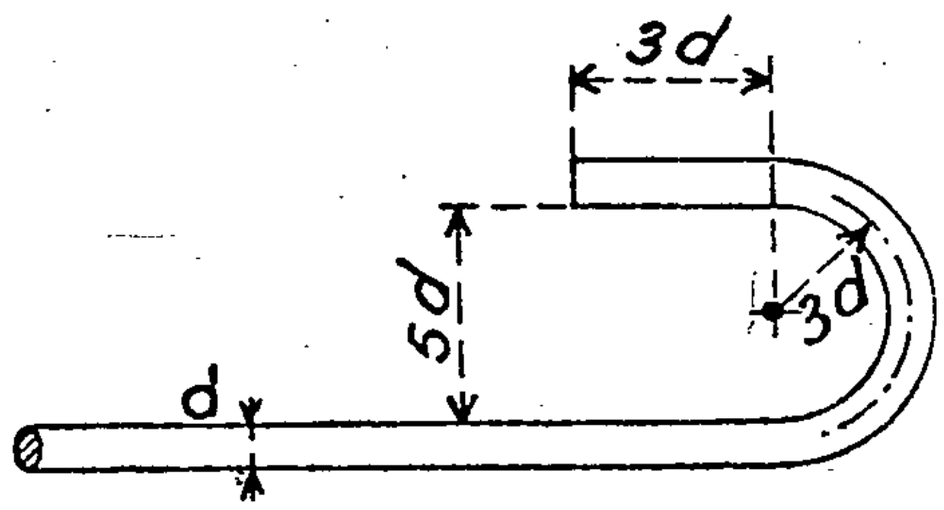


Fig. 22.

L'arrimage des armatures doit être très soigné et réalisé de telle sorte que les barres et ligatures ne puissent ni se déplacer, ni se déformer en cours de bétonnage. Cette remarque concerne tout particulièrement les

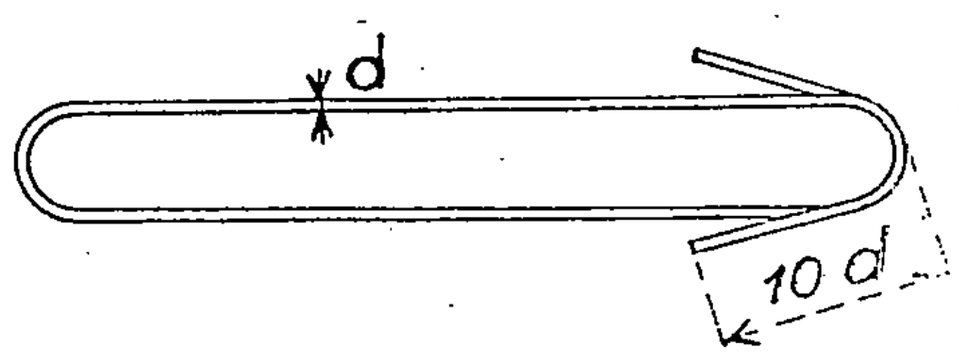


Fig. 23.

« chapeaux » ou barres de continuité des poutres et hourdis dont le déplacement tend à réduire la hauteur utile et, par suite, la résistance de ces éléments.

Il convient par ailleurs d'éviter, dans les dalles, les barres relevées de trop petit diamètre qui se couchent ou se déforment lors du passage du personnel, des brouettes ou des wagonnets.

Éviter le contact des barres qui s'opposerait au passage du béton entre celles-ci. On y parvient facilement en employant des cales provenant des chutes de coupe.

Dans les parois minces à double armature en quadrillage, il est recommandable de maintenir l'écartement

des nappes d'acier par des lattes en bois que l'on remonte au fur et à mesure de l'avancement du bétonnage.

S'assurer que toute les barres longitudinales des poteaux sont intéressées par les ligatures, afin d'éviter leur flambement vers l'extérieur.

La distance des ligatures ne doit pas excéder douze fois le diamètre des barres.

Par ailleurs, les étriers ne peuvent collaborer efficacement à la résistance au cisaillement que si leur écartement ne dépasse pas les deux tiers environ de la

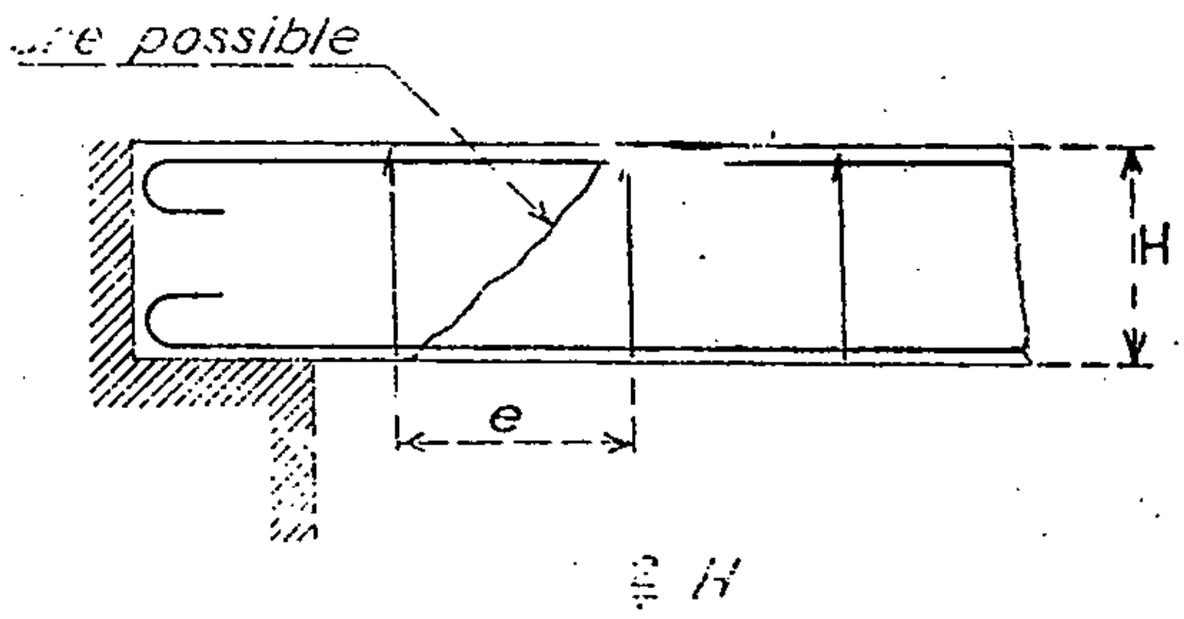


Fig. 24.

hauteur des poutres. Dans le cas contraire, une fissure à 45° pourrait se produire entre deux étriers (*fig. 24*). Il ne faut jamais ferrailler directement sur le sol, mais le revêtir d'une couche de béton maigre de 5 à 10 cm d'épaisseur.

g) *Préparation du béton.* — Si le constructeur a un intérêt économique incontestable à rechercher les dosages qui lui permettent de réduire son prix de revient au minimum, le contrôleur doit avant tout se préoccuper des résultats techniques obtenus.

Il doit s'assurer que le béton réalise :

1° la résistance minimum sur laquelle sont basées les contraintes admises dans les calculs;

2° un bon enrobage des armatures;

3° la stabilité dans le temps.

En ce qui concerne l'*agrégat*, c'est-à-dire le sable et le gravier, il convient de s'assurer qu'il est de composition indestructible par les influences climatériques et la nature des actions chimiques auxquelles il peut être exposé, par exemple par les eaux sulfatées, l'eau de mer, etc. Il doit avoir en outre une résistance propre supérieure à celle exigée du béton.

Enfin, tous ses éléments devront pouvoir passer entre les armatures pour que leur enrobage soit possible.

Certaines matières contenues dans l'agrégat sont nuisibles :

— *l'argile ou les matières argileuses*, surtout lorsqu'elles sont adhérentes.

Elles ne peuvent être tolérées, à la rigueur, que lorsqu'elles satisfont à la double condition de ne pas être adhérentes et d'être uniformément réparties dans le sable à un taux inférieur à 3% du volume de celui-ci;

— *les matières organiques* ;

— *les composés sulfureux*, etc., etc.

Un sable ou un gravier terreux doit toujours être lavé avant son emploi.

Le dosage de l'agrégat présente une grande importance pour la qualité d'un béton. Toutefois, étant donné que l'on est en général obligé d'employer des matériaux tels qu'on les trouve dans la région et qu'il n'est pas toujours pratique de procéder à des tamisages, on devra, dans beaucoup de ces cas, se contenter de vérifier que la proportion de sable et de gravier choisie réalise sensiblement le volume minimum de vides.

Ce volume peut être déterminé notamment en remplissant une caisse étanche (boîte à biscuits, etc.,) avec le mélange envisagé, en faisant la tare, puis en pesant la quantité d'eau qu'il faut ajouter pour que le liquide affleure les bords de la caisse.

Il convient de remarquer que l'emploi de 800 litres de gravier et 400 litres de sable que l'on envisage fréquemment comme réalisant 1 m³ de béton, ne constitue pas une constante. Ces chiffres varient avec la nature des matériaux et doivent être vérifiés et au besoin rectifiés suivant les cas.

Les *ciments* doivent être l'objet d'un examen et d'une surveillance rigoureux.

Certains fournisseurs, en période de forte consommation, souvent même à la demande d'entrepreneurs pressés, livrent des ciments qui n'ont pas été suffisamment ensilés et qui provoquent des variations volumétriques immédiates ou retardées aux conséquences graves. On constate parfois, dans ce cas, que des hourdis se fissurent sur les coffrages par suite d'un retrait de durcissement excessif.

Un soin tout particulier doit être apporté au choix des superciments ou ciments à haute résistance et à durcissement rapide, car certains produits ne maintiennent pas leurs propriétés avec le temps.

La principale qualité d'un ciment réside dans la régularité de sa qualité.

Avant d'escompter l'excès de résistance attribué à un superciment, il faut s'assurer que des essais répartis sur une période de plusieurs mois au minimum ont démontré que sa qualité était constante et que sa résistance ne diminuait pas avec le temps.

C'est un point sur lequel on ne saurait trop insister.

L'eau de gâchage, qu'il importe de toujours analyser avant de commercer un travail, doit être normalement de l'eau douce ne contenant pas de matières organiques.

L'emploi de l'eau de mer peut être admis en général sans crainte de décomposition du ciment. Il peut toutefois provoquer, dans certains cas, un retard dans la prise et quelques efflorescences qui tendent en général à disparaître sous l'action de l'eau de pluie. Ces efflo-

rescences peuvent constituer un inconvénient pour des locaux à usage d'habitation.

La *préparation du béton* constitue une phase capitale de l'exécution.

On peut en effet, avec d'excellents matériaux, réaliser des bétons de qualité déplorable.

Le principal écueil à éviter est l'*excès d'eau* qui peut réduire la résistance dans une proportion très importante.

Cette réduction de résistance est d'autant plus redoutable qu'elle se manifeste surtout au début du durcissement, c'est-à-dire dans la phase correspondant au décintrement. L'excès d'eau augmente par ailleurs la porosité et l'intensité des phénomènes de retrait du béton.

La *quantité d'eau* normale ne peut pas être déterminée théoriquement et à l'avance.

Elle varie suivant les ciments, la finesse et le degré d'humidité des agrégats, la température, le mode de transport et de tassement du béton et sa destination.

Le rapport $\frac{\text{eau}}{\text{ciment}}$ est en général compris entre 0,6 (béton très sec) et 0,8 (béton très plastique).

Par ailleurs, l'emploi d'un béton trop sec diminue l'adhérence.

En résumé, la quantité d'eau doit être déterminée expérimentalement sur le chantier, de manière à réaliser un béton suffisamment plastique pour bien enrober les armatures et remplir les coffrages, mais sans excès d'eau.

Le meilleur moyen de contrôle de fabrication est celui de plasticité, que l'on peut réaliser très simplement à l'aide de l'appareil Slump-Test.

Cet appareil, bien connu, est une enveloppe tronconique dont les diamètres mesurent respectivement

0 m 10 et 0 m 20 et dont la hauteur est égale à 0 m 31. Il est muni de deux poignées.

Le slump-test étant rempli de béton tassé, mais non pilonné, on le soulève et on mesure l'affaissement de la masse avec une règle graduée.

Le chiffre obtenu constitue la caractéristique de plasticité du béton.

Lorsque la plasticité du béton apparaît satisfaisante *au lieu d'emploi*, après transport et mise en œuvre, c'est-à-dire immédiatement avant la prise, on mesure au slump-test la caractéristique de plasticité de ce même béton *au sortir de la bétonnière* où s'effectue le contrôle.

C'est ce chiffre qui doit être réalisé de façon régulière pour l'exécution de l'élément considéré et vérifié par des mesures en nombre suffisant au sortir de la bétonnière.

Il va sans dire que la caractéristique de plasticité mesurée *à la bétonnière* pourra varier pour chaque élément de l'ouvrage suivant sa distance au lieu de gâchage, l'étanchéité ou la faculté d'absorption des coffrages, la température ambiante, etc., etc.

D'une manière générale, le tassement du tronc de cône en béton est sensiblement de l'ordre de grandeur suivant :

— pour du gros béton pour massifs : 10 à 15 cm;

— pour du béton armé courant : 8 à 12 cm;

— pour des poteaux ou parois verticales minces : 5 cm;

— pour des dalles minces horizontales : 8 cm;

— pour les routes : 6 à 10 cm.

Ces chiffres se rapportent à un temps d'arrêt de quatre minutes entre le tassement du béton et le soulèvement de l'appareil.

En résumé, le contrôle au slump-test a pour but d'assurer la régularité de la fabrication du béton à la bé-

tonnière, en prenant pour base le degré de plasticité reconnu convenable *au lieu d'emploi.*

Pour contrôler la qualité du béton après sa mise en œuvre, on confectionnera, chaque jour de bétonnage, neuf éprouvettes de béton à base carrée. Leur arête b sera au moins égale à trois fois la plus grande dimension des agrégats et leur longueur sera voisine de quatre fois cette arête.

Pour le béton armé, on confectionne couramment des prismes de 71 mm d'arête et 284 mm de longueur.

Ces neuf éprouvettes seront rompues sous moment constant, à l'aide de l'appareil Simrup ou similaire :

— 3 à 2 jours de prise;

— 3 à 7 jours de prise;

— 3 à 28 jours de prise.

On éliminera les essais donnant des résultats inférieurs aux 0,75 de la moyenne des autres essais.

Le chiffre de résistance à la traction sera la moyenne des essais conservés. Il est pris égal à $\frac{3{,}6\ M}{b^3}$.

Quelques éprouvettes seront réservées pour essais à 3 mois et 1 an.

Par ailleurs, on confectionnera de temps à autre et notamment au début, avec le béton utilisé pour mouler les éprouvettes, des cubes de béton de 20 cm d'arête qui seront écrasés, par groupe de 3, à 2, 7, 28, 90 et 360 jours.

Les résultats obtenus permettent de déterminer, pour chaque cas, le rapport entre la résistance à la compression mesurée directement sur cubes et la résistance à la traction déterminée indirectement par flexion.

Ce rapport $\frac{\text{compression}}{\text{traction}}$ n'est pas une constante. Il varie notamment avec l'âge des bétons et augmente en même temps que la durée de durcissement. Il est en gé-

néral voisin de 6 à 8 au début, vers 7 jours et atteint 12 et même plus à 6 mois de durcissement.

En résumé, les opérations de contrôle par le slump-test et la rupture d'éprouvettes ne donnent pas directement la résistance à la compression ou caractéristique d'un béton, mais permettent seulement d'assurer la régularité de cette qualité lorsque celle-ci a été déterminée par expérience directe.

Quant aux diverses formules qui sont établies en vue de *calculer* à l'avance la résistance d'un béton, je ne saurais trop insister sur les aléas de leur application.

La résistance d'un matériau ne se calcule pas. Elle se mesure.

En ce qui concerne le *dosage en ciment du béton*, il est prudent de ne jamais descendre au-dessous d'un minimum de 270 kg par m^3 mis en œuvre, lorsqu'il est armé et quand il s'agit de ciment Portland.

Avec les *ciments alumineux*, c'est-à-dire les ciments fondus, électro-fondus, etc., dont les pâtes ont parfois moins de corps et d'onctuosité que celles du ciment Portland, il est recommandable d'adopter des dosages supérieurs à ceux pour lesquels l'expérience fait apparaître une ségrégation facile du béton.

h) En ce qui concerne le *transport du béton* de la bétonnière au lieu d'emploi, l'utilisation de *wagonnets* ou de *camions citernes* ne soulève pas d'observations particulières.

Le transport par *goulottes* doit être, par contre, très surveillé. Si les goulottes sont à trop faible pente, le béton exige, pour couler un excès d'eau qu'il importe toujours d'éviter. Si la pente est par contre trop forte et les éléments de l'agrégat très dissemblables, les graviers les plus gros se déplacent plus rapidement que les autres et le béton n'est plus homogène à son arrivée.

Quant au transport par *pompe à béton*, il exige, en

général, une mise au point très minutieuse sur place et ne doit être admis que si la qualité du béton à la sortie des tuyaux est homogène et de plasticité normale.

i) Le *tassement du béton dans les coffrages* a pour but de réduire le volume des vides pour élimination de l'air et d'une partie de l'eau de gâchage qui est en excès.

Si on emploie le simple procédé du *pilonnage*, il faut veiller à ce qu'il soit conduit de telle sorte que l'eau reflue à la surface du béton.

Si l'on emploie la méthode par *vibrations*, avec des appareils de choc appliqués à l'extérieur, il convient de ne pas prolonger l'opération outre mesure, car il se produit alors facilement une segrégation du béton. Il faut procéder d'abord à des essais et ne confier ce travail qu'à des ouvriers bien entraînés et expérimentés. On risque, sans ces précautions, de graves mécomptes.

La *pervibration*, c'est-à-dire la vibration réalisée avec un appareil fonctionnant dans la masse même du béton, est à envisager surtout dans le cas de grosses masses à mettre en œuvre.

Pratiquement, son action ne s'étend qu'à une distance relativement faible autour de l'enveloppe du pervibrateur. Il y a donc lieu de veiller particulièrement au tassement du béton dans les angles ou petits éléments saillants, que l'action de l'appareil atteint plus difficilement.

Quant aux *tables à secousses* et à la *centrifugation*, il faut toujours recourir à des essais directs avant tout commencement d'exécution proprement dit.

Lors de l'emploi de *hourdis creux* (briques, plâtre, etc.), ceux-ci doivent être arrosés à saturation avant le bétonnage.

j) Il convient de veiller à ce que le *béton soit maintenu humide* jusqu'à son durcissement normal.

Quant aux *joints de reprise*, qu'il importe d'éviter

dans la mesure du possible, il convient de ne pas les disposer suivant les plans de rupture à l'effort tranchant, de bien nettoyer et mouiller les surfaces à reprendre, en évitant l'emploi de lait de ciment ou « barbotine » qui n'a d'autre résultat que de créer des solutions de continuité.

Quant à l'*action du froid*, il importe que, pendant les trois premiers jours après sa mise en place, le béton soit maintenu à une température d'au moins + 2°. Ce chiffre doit être porté à 5° et même 10° lors de l'emploi de superciments dont la prise et le durcissement sont particulièrement sensibles à l'action des basses températures.

Au-dessous d'une température extérieure 0°, il faut éviter d'employer des matériaux gelés et protéger le béton contre le froid; on peut, de plus, chauffer légèrement l'eau de gâchage.

Au-dessous de — 3° de température extérieure, il faut employer des moyens spéciaux, réchauffer les matériaux et l'eau ainsi que l'air ambiant.

L'emploi de matériaux chauffés par le soleil doit être proscrit, surtout lors de l'emploi de ciments alumineux. On peut alors les refroidir par arrosage.

k) Le *décoffrage* d'une construction est une opération toujours délicate et au cours de laquelle se sont produits le plus grand nombre des accidents.

Aussi est-il prudent de prendre diverses mesures de sécurité, notamment les suivantes :

— Avant d'autoriser l'enlèvement des étais, s'assurer que le durcissement du béton est normal, d'abord par l'examen de la construction, ensuite par la rupture d'éprouvettes conservées à cet effet.

On peut, en principe, décoffrer plus rapidement un plancher prévu pour de fortes surcharges, dont le poids propre ne représente qu'une faible partie de sa solli-

citation normale, qu'une toiture dont la charge permanente est voisine de sa charge maximum.

Il faut être particulièrement prudent en hiver, car le froid retarde le durcissement du béton, surtout si celui-ci est exécuté avec du superciment.

D'une manière générale et dans des conditions normales, on peut admettre les délais suivants :

Avec du ciment ordinaire :

— pour les parois latérales des poutres et poteaux : 3 jours;

— pour les hourdis horizontaux : 8 jours;

— pour les dessous des poutres et étais : 21 jours.

Avec du superciment : ces délais peuvent être respectivement réduits à 2, 4 et 8 jours.

En temps de gel, ils sont à prolonger d'une période égale à celle de celui-ci.

— l'enlèvement des étais principaux sous les poutres et sommiers ne doit jamais être effectué brusquement et sans précautions. Il convient de les abaisser d'abord légèrement à l'aide des coins de règlage, de telle sorte qu'ils demeurent à quelques millimètres seulement au-dessous de la construction libérée,

On observe alors cette dernière pendant un certain temps, en général 6 à 24 heures suivant les cas, et on ne procède à l'enlévement définitif des étais que si aucun indice défavorable, fissure anormale ou autre, n'est apparu.

Si, pour une cause quelconque, la construction vient à céder, elle reprend alors appui sur ses étais et peut être réparée ou réfectionnée, sans qu'il en soit résulté le moindre accident proprement dit.

l) Pour les *épreuves*, il faut en premier lieu procéder à un examen préalable de la construction, afin de noter les fissures ou traces de fatigue diverses qui sont visibles avant l'application des surcharges.

Des témoins doivent être placés sur les fissures constatées.

Un examen complet de la construction doit être effectué sous charge d'épreuve, puis après déchargement.

Des *étais de sécurité*, placés légèrement en contrebas de la construction, sont à prévoir en cas de doute possible.

La *charge d'épreuve* doit se composer d'éléments suffisamment libres les uns par rapport aux autres pour ne pas risquer de constituer une sorte de voûte reportant une partie de la charge au droit des appuis, comme cela se produit notamment lorsqu'on charge avec des sacs empilés sur une grande hauteur.

Certains règlements précisent que la flèche d'essai ne doit pas excéder une fraction fixe de la portée, par exemple le millième.

C'est là une conception nettement erronée, puisqu'à résistance égale, la flèche varie avec le degré d'encastrement et la hauteur des éléments, ainsi qu'avec le rapport de la surcharge à la charge totale.

Le moment d'inertie d'une section ne peut être par ailleurs déterminé de façon rigoureuse en raison de l'incertitude qui plane toujours sur le fonctionnement du béton soumis à la traction. De plus, la valeur, qui se modifie avec le temps, coefficient d'élasticité du béton comprimé, peut varier dans des proportions relativement importantes.

On peut néanmoins admettre couramment que la flèche d'épreuve est voisine de :

$$f = \frac{I}{13.000} \cdot \frac{l^2}{h} \times \frac{p}{P} \text{ pour les poutres continues et :}$$

$$f = \frac{I}{8.000} \cdot \frac{l^2}{h} \cdot \frac{p}{P} \text{ pour les poutres simples.}$$

h représente la hauteur de la poutre, l sa portée.

et $\frac{p}{P}$ le rapport de la charge d'épreuve à la charge totale.

Ce ne sont là, toutefois, que des ordres de grandeur. Ce qui importe, ce n'est pas tant la valeur absolue d'une flèche que sa disparition partielle après un premier chargement et totale après plusieurs applications d'une charge mobile.

Pour un premier chargement, on peut exiger que, la charge étant demeurée en place pendant 6 heures au moins, la flèche restante mesurée 12 heures après le déchargement n'excède par le quart de la flèche maximum en cours de chargement.

Quant à l'usage qui consiste à *majorer les charges normales au cours des épreuves*, il risque de provoquer ou d'amorcer des fissures et doit être abandonné pour cette raison dans la plupart des cas.

*
* *

Précisons, en terminant, que cette causerie n'a la prétention ni d'exposer des vues nouvelles ou originales, ni de remplacer un cours de béton armé ou de résistance des matériaux.

Son seul but se borne à tenter de résumer, sous la forme concise d'un aide-mémoire, les principales connaissances et préoccupations que doit avoir le technicien d'opérer le contrôle rapide de constructions en béton armé pour lui éviter, soit de négliger l'examen de questions capitales, soit de disperser inutilement son effort sur des points d'importance pratiquement secondaire.

H. LOSSIER.

RAPPORT SUR LES INCIDENTS

AUXQUELS LE TIR ÉLECTRIQUE PEUT DONNER LIEU [1]

Un accident survenu le 9 mars 1929 à la fosse Édouard Agache de la Compagnie des mines d'Anzin, et qui a été causé par la détonation intempestive d'un détonateur qu'un ouvrier tenait à la main, a attiré à nouveau l'attention sur les incidents, autres que les ratés de détonations, qui se produisent parfois au cours du tir électrique. Nous avons procédé auprès des ingénieurs en chef des mines et des compagnies houillères à une enquête destinée à préciser les circonstances des incidents de cette nature qui ont été signalés au cours des dernières années. Le présent rapport expose et discute les renseignements que nous avons recueillis de la sorte; il décrit en outre les expériences qui ont été faites à la Station d'essais du Comité central des houillères dans le but d'analyser le mécanisme de certains des phénomènes qui nous ont été signalés.

L'enquête à laquelle il vient d'être fait allusion ne pouvait avoir et n'a eu, en fait, aucun caractère statistique. Les archives des arrondissements minéralogiques aussi bien que celles des compagnies houillères ne sont en effet généralement pas organisées de manière à enregistrer automatiquement les incidents sur lesquels elle a porté; parmi ces derniers, donc, seuls ont pu nous être signalés ceux dont le souvenir avait été conservé. Comme il est naturel que des souvenirs de cette sorte aient des défaillances, la documentation que nous avons rassem-

---

[1] Extrait des *Annales des Mines* (12e livraison de 1931).

blée est essentiellement fragmentaire et incomplète. Elle n'en présente pas moins un intérêt certain.

Au total, quarante-cinq incidents nous ont été signalés. Parmi eux, il en est trois dont nous ferons abstraction parce qu'ils ne peuvent fournir la matière d'aucun enseignement, savoir :

Une détonation prématurée causée par la foudre.

Et deux détonations prématurées survenues dans des circonstances sur lesquelles il a été impossible de faire la lumière.

Les quarante-deux autres peuvent être groupés d'après leur nature en trois catégories, savoir :

1° Détonations intempestives, survenues avant que les fils conducteurs aient été mis en relation avec l'appareil de mise de feu (dix-huit cas);

2° Détonations retardées, caractérisées par l'écoulement d'un certain intervalle de temps entre le moment où le courant a été lancé dans la ligne de feu et celui où la détonation s'est produite (un cas);

3° Doubles détonations, caractérisées par le fait que la mise à feu simultanée de plusieurs coups d'une même volée ou la mise à feu d'un coup de dégagement foré au voisinage immédiat d'un coup raté a donné lieu à deux détonations distinctes, séparées par un intervalle de temps appréciable (vingt-trois cas).

Dans ce qui suit, nous étudierons successivement chacune de ces trois catégories.

I. — Détonations intempestives

1° *Distinction en deux groupes.* — Nous distinguerons les détonations intempestives en deux groupes selon qu'elles ont été observées avant ou après l'introduction du détonateur dans la cartouche.

a) *Détonations intempestives de détonateurs isolés.* — Celles du premier groupe — antérieures à l'introduction

du détonateur dans la cartouche — figurent à notre dossier au nombre de dix. Sur ce nombre, il y en a huit que les enquêteurs ont sans hésitation mises sur le compte d'une traction que l'ouvrier tenant le détonateur a exercée sur les fils conducteurs, soit en les dépliant, soit en cherchant à les séparer après qu'ils avaient été enchevêtrés. Pour les deux autres, tous deux survenus à la Compagnie houillère de Bessèges, l'un le 17 janvier 1921, l'autre le 19 septembre 1921, l'exploitant et le Service des mines en donnent des explications différentes, le premier les mettant sur le compte d'une traction, et le second d'un choc.

L'accident du 17 janvier 1921 s'est produit alors que l'ouvrier qui portait le détonateur tirait sur ses fils embrouillés pour les redresser. L'ingénieur T. P. E. qui l'a instruit, et, avec lui, les ingénieurs des mines admettent que cet ouvrier « d'un tempérament vif, a dû s'emporter en déployant les fils embrouillés, que, tenant le détonateur de la main gauche et les fils de la main droite, il a dû tirer sur ces derniers avec vivacité, que sa main gauche est ainsi venue heurter la paroi de la galerie, où ont été relevées des traces de chair, et que ce choc aura produit l'explosion ». Cette explication n'a que la valeur d'une hypothèse, et le fait invoqué pour justifier cette dernière — savoir la présence de traces de chair sur le parement —, n'est nullement démonstratif, les lambeaux de chair en question pouvant tout aussi bien — et même beaucoup plus vraisemblablement —, avoir été projetés, par l'explosion qu'arrachés par le heurt qui aurait provoqué cette dernière.

Le Service des mines donne, de l'accident du 19 septembre 1921, une explication analogue : la victime aurait glissé sur un rail et, dans sa chute, aurait heurté contre ce dernier le détonateur qu'elle tenait à la main. Il a cependant constaté, après l'accident, que les fils conduc-

teurs avaient été arrachés à travers le noyau de plomb.

L'hypothèse de la traction sur les fils, que l'exploitant a seule retenue dans les deux cas dont il vient d'être question, est, à notre avis, beaucoup plus vraisemblable que celle du choc, à laquelle les ingénieurs des mines se sont ralliés. Il nous importe d'ailleurs peu qu'on l'admette ou qu'on l'écarte : les huit autres accidents que nous avons rangés dans le groupe examiné ici suffisent en effet à établir, de manière tout à fait indiscutable, le fait que nous estimons de nature à retenir l'attention, à savoir qu'une traction exercée sur les fils conducteurs peut, dans certains cas, provoquer le départ intempestif d'un détonateur électrique.

b) *Détonations intempestives de cartouches amorcées.* — A côté des dix cas, dont il vient d'être question, de départs prématurés de détonateurs non engagés dans des cartouches, on nous a signalé huit cas de détonations intempestives de cartouches amorcées, qui ont explosé, soit (un cas) dans la main du boutefeu, soit (sept cas) au cours des opérations de chargement, alors que le boutefeu les glissait dans le trou de mine ou procédait au bourrage de ce dernier. Il est évidemment impossible de dire si ces détonations prématurées sont à mettre sur le compte du détonateur ou bien sur celui de l'explosif. Pour la plupart d'entre elles, nous inclinons toutefois à admettre la première hypothèse et à rejeter la seconde. D'une part, en effet, il est prouvé, par les incidents du premier groupe, que des détonateurs peuvent exploser prématurément. D'autre part, les explosifs avec lesquels on a observé les incidents du second groupe sont caractérisés par une stabilité extrême, et, exception faite du cas où la nitroglycérine aurait gelé ou exsudé, on n'a jamais observé avec eux que des cartouches non amorcées aient explosé sous l'action d'un choc ou d'un frottement du genre de ceux auxquels les opérations de chargement peuvent donner lieu. Enfin,

les différents incidents en question comportent pour la plupart une présomption assez forte de traction sur les fils de mise de feu : tantôt la cartouche amorcée s'était coincée dans le trou de mine et le boutefeu pesait fortement sur elle avec son bourroir pour la pousser; tantôt l'ouvrier qui tenait à la main la cartouche amorcée cherchait à la désamorcer; tantôt le bourroir paraît avoir accroché les fils alors que, une partie du bourrage étant déjà en place, la cartouche-amorce se trouvait solidement engagée dans le trou.

Bref, les huit explosions prématurées qui nous occupent ne peuvent avoir pour cause qu'une défectuosité de l'explosif, dont la nitroglycérine aurait gelé ou exsudé, ou bien un fonctionnement intempestif du détonateur causé par une traction sur les fils. Nous n'avons pas l'intention, ici, d'étudier le premier de ces deux phénomènes. Le fait que le second ait pu se produire vient à l'appui de la conclusion que nous avons déduite de l'examen des cas rangés dans le premier groupe.

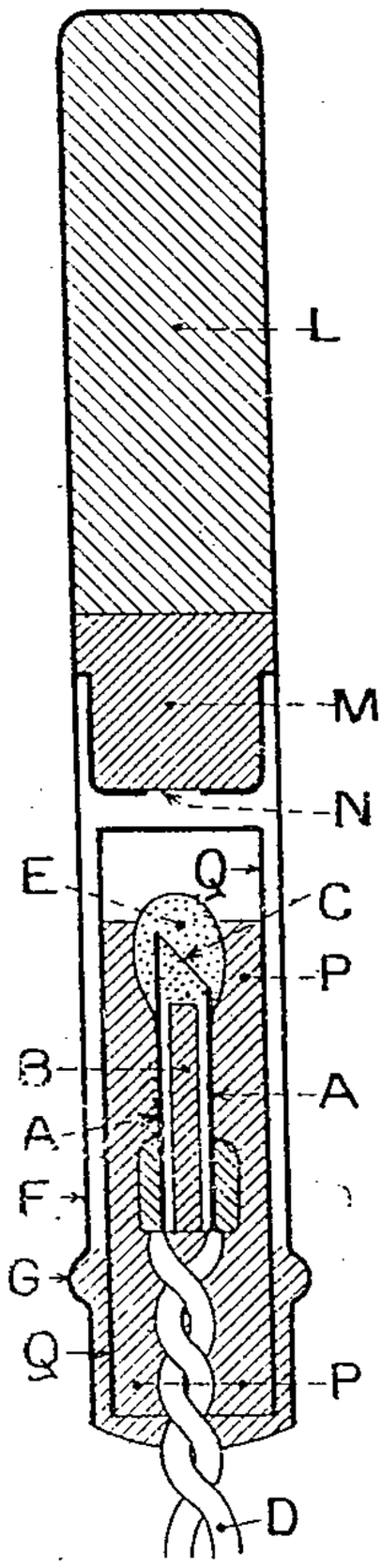
2° *Mode de construction des détonateurs fabriqués en France.* — La question se trouve de la sorte posée d'analyser le mécanisme du fonctionnement intempestif des détonateurs. Pour le faire, il convient d'indiquer au préalable la manière dont ces engins sont construits.

Quatre sociétés, que nous désignerons par 1, 2, 3, 4, en fabriquent en France; ceux qu'elles livraient dans le courant de l'été 1930 présentent les caractéristiques définies dans ce qui suit :

Les uns et les autres comprennent essentiellement une charge variable de fulminate de mercure, ou d'un mélange de fulminate de mercure et d'acide picrique, logée au fond d'un tube cylindrique en laiton, dans l'extrémité ouverte duquel est engagée l'amorce de mise de feu. D'une marque à l'autre, on observe des différences

en ce qui concerne, d'une part, le mode de confection de l'amorce, d'autre part, la manière dont l'amorce est montée sur le tube.

D'une manière générale, les amorces comprennent essentiellement un filament, qui n'est pas nécessairement



A. Lamelles conductrices.
B. Fibre.
C Fil électrique.
D. Fils conducteurs.
H Pastille fulminante.
F Tube de cuivre.
G. Bourrelet.
L. Acide picrique.
M Fulminate de mercure.
N. Opercule.
P. Soufre.
Q. Tube de carton.

FIG. 1.

en platine, connecté aux fils conducteurs et placé au contact d'une substance au sein de laquelle l'effet Joule résultant de la mise en tension du filament provoque une réaction exothermique. L'ensemble du filament et de

cette composition fusante est coiffé par un capuchon en carton, pesant, suivant les cas, 50 à 150 milligrammes; un dispositif, variable d'un modèle à l'autre, maintient l'écartement des conducteurs reliés au filament.

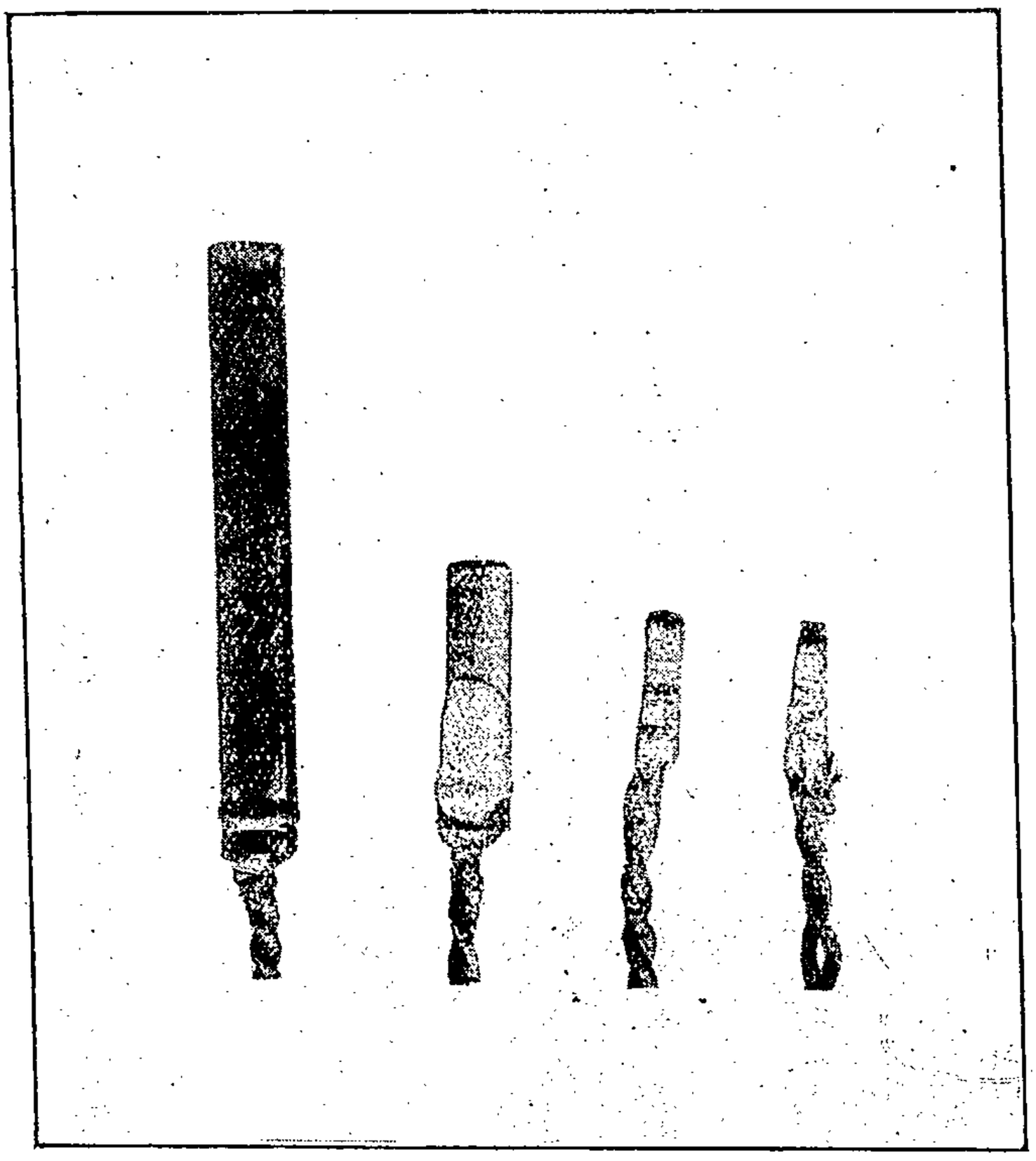


FIG. 1 *bis*. — Amorce 3.

Dans l'amorce 3 représentée par les *fig*. 1 et 1 *bis*, le filament C est soudé, non pas directement sur les fils conducteurs, mais sur deux lamelles de clinquant A, qui sont elles-mêmes collées sur une lame de fibre B et sur les autres extrémités desquelles sont soudés les fils conducteurs D. La composition fusante est un bouton solide d'acétylure cuivreux, pesant 7 à 8 milligrammes, qui en-

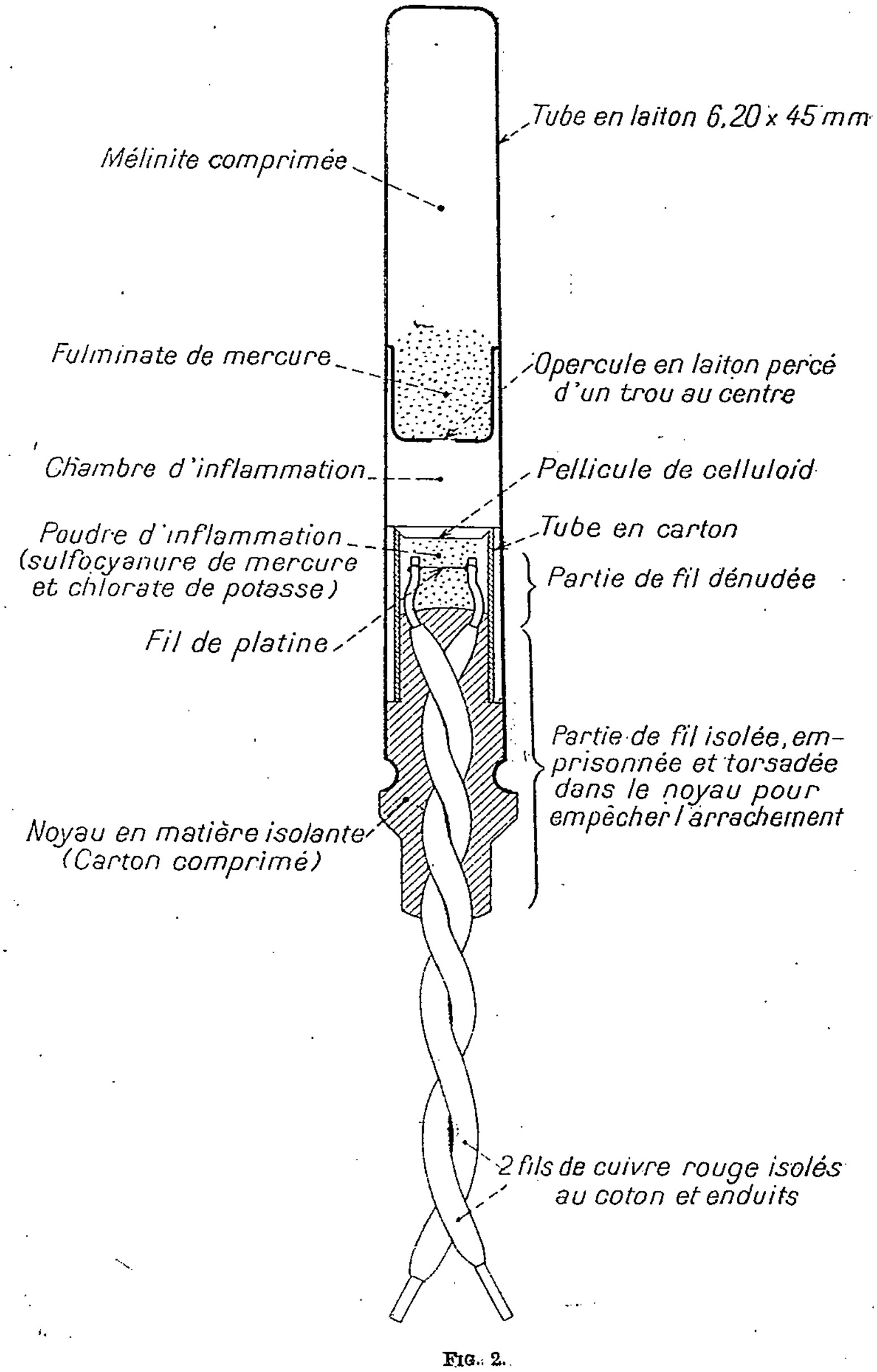

Tube en laiton 6,20 x 45 mm
Mélinite comprimée
Fulminate de mercure
Opercule en laiton percé d'un trou au centre
Chambre d'inflammation
Pellicule de celluloid
Poudre d'inflammation (sulfocyanure de mercure et chlorate de potasse)
Tube en carton
Partie de fil dénudée
Fil de platine
Partie de fil isolée, emprisonnée et torsadée dans le noyau pour empêcher l'arrachement
Noyau en matière isolante (Carton comprimé)
2 fils de cuivre rouge isolés au coton et enduits

FIG. 2.

robe le filament. L'acétylure cuivreux étant une pâte solide à forte adhérence, toute possibilité de déplacement du filament, par rapport à la composition fusante, est supprimée par ce mode de montage, et l'amorce se présente à la manière d'une allumette, dont la tige serait cons-

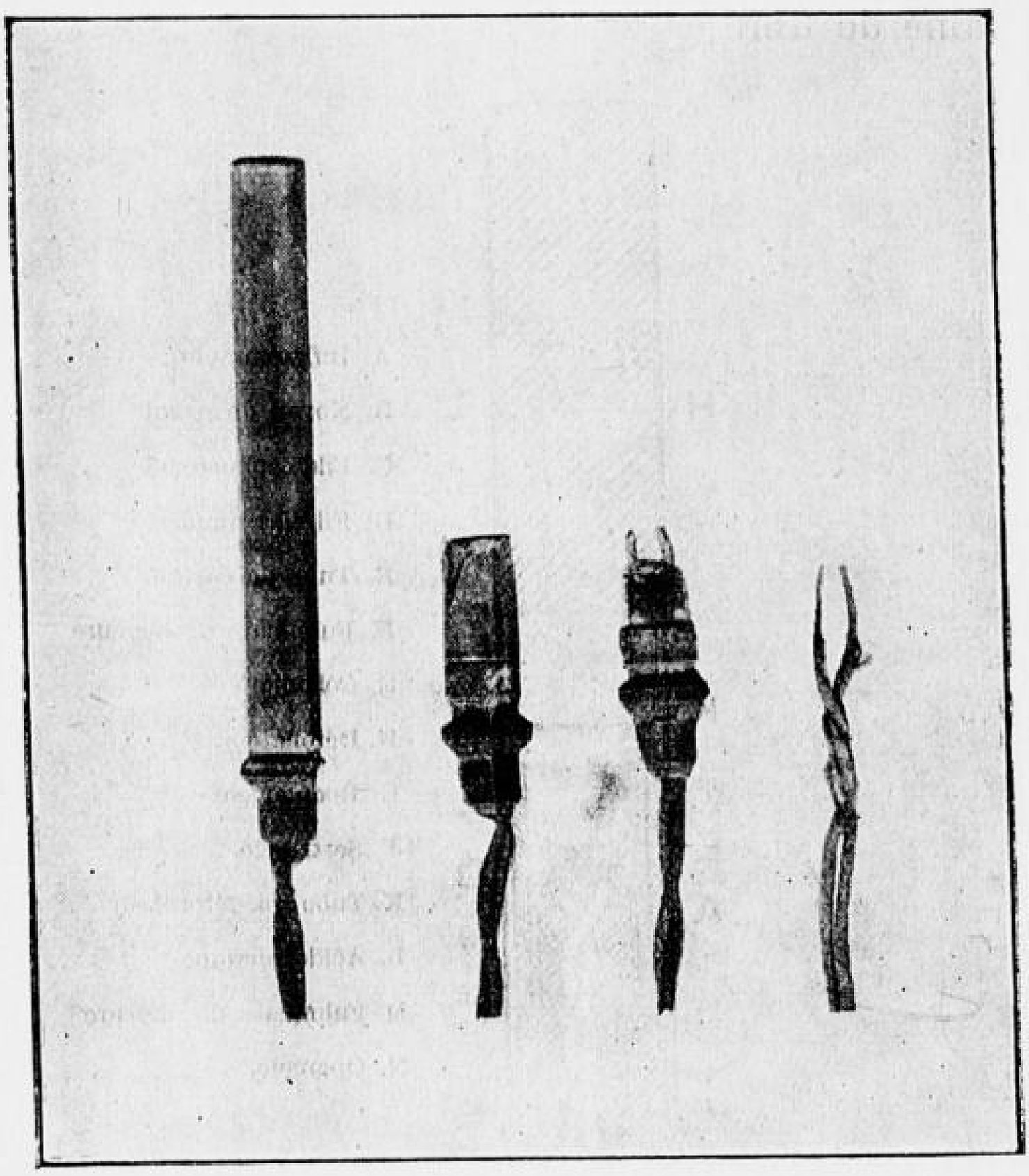
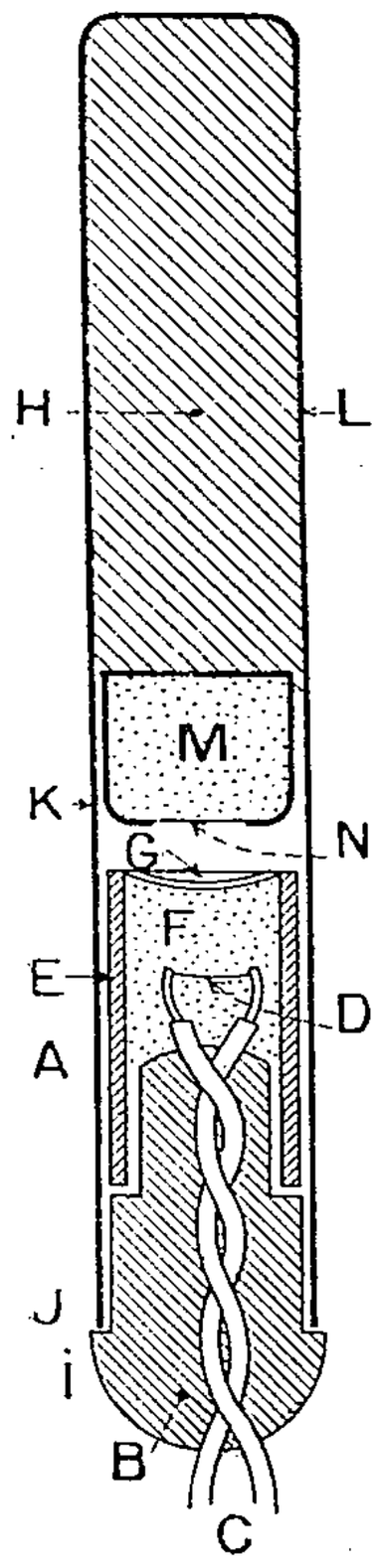


FIG 2 *bis*. — Amorce 3

tituée par la lame de fibre, et la tête, par le bouton d'acétylure cuivreux. Du soufre est par ailleurs coulé dans l'espace annulaire P compris entre la lame de fibre et le capuchon protecteur en carton G, qui se trouvent par ce moyen solidarisés l'un avec l'autre. Une autre coulée de soufre dans l'espace annulaire compris entre ce capuchon

et le tube en laiton, — lequel présente un bourrelet hémicirculaire G —, solidarise l'ensemble de l'amorce avec le tube qui contient la charge. La *fig.* 1 donne la coupe schématique du dispositf ainsi décrit; les photographies de la *fig.* 1 *bis* représentent respectivement :

Le filament et les lamelles de clinquant recouvrant la lame de fibre;



A. Inflammateur.
B. Noyau de plomb
C. Fils conducteurs.
D. Fil électrique.
E. Tube de carton.
F. Fulminate de mercure
G. Collodion.
H. Détonateur.
I. Épaulement
J. Sertissage.
K. Tube du détonateur
L. Acide picrique.
M Fulminate de mercure
N. Opercule.

FIG. 3.

L'ensemble de l'amorce sans son capuchon protecteur;
L'amorce recouverte de son capuchon;
L'ensemble du détonateur.

Dans l'amorce 1 représentée par les *fig.* 2 et 2 *bis*,

le filament est soudé sur les fils conducteurs, lesquels traversent un noyau en carton comprimé, sur lequel le tube en laiton est fixé par sertissage. L'extrémité intérieure de ce noyau est rétreinte et coiffée d'un tube

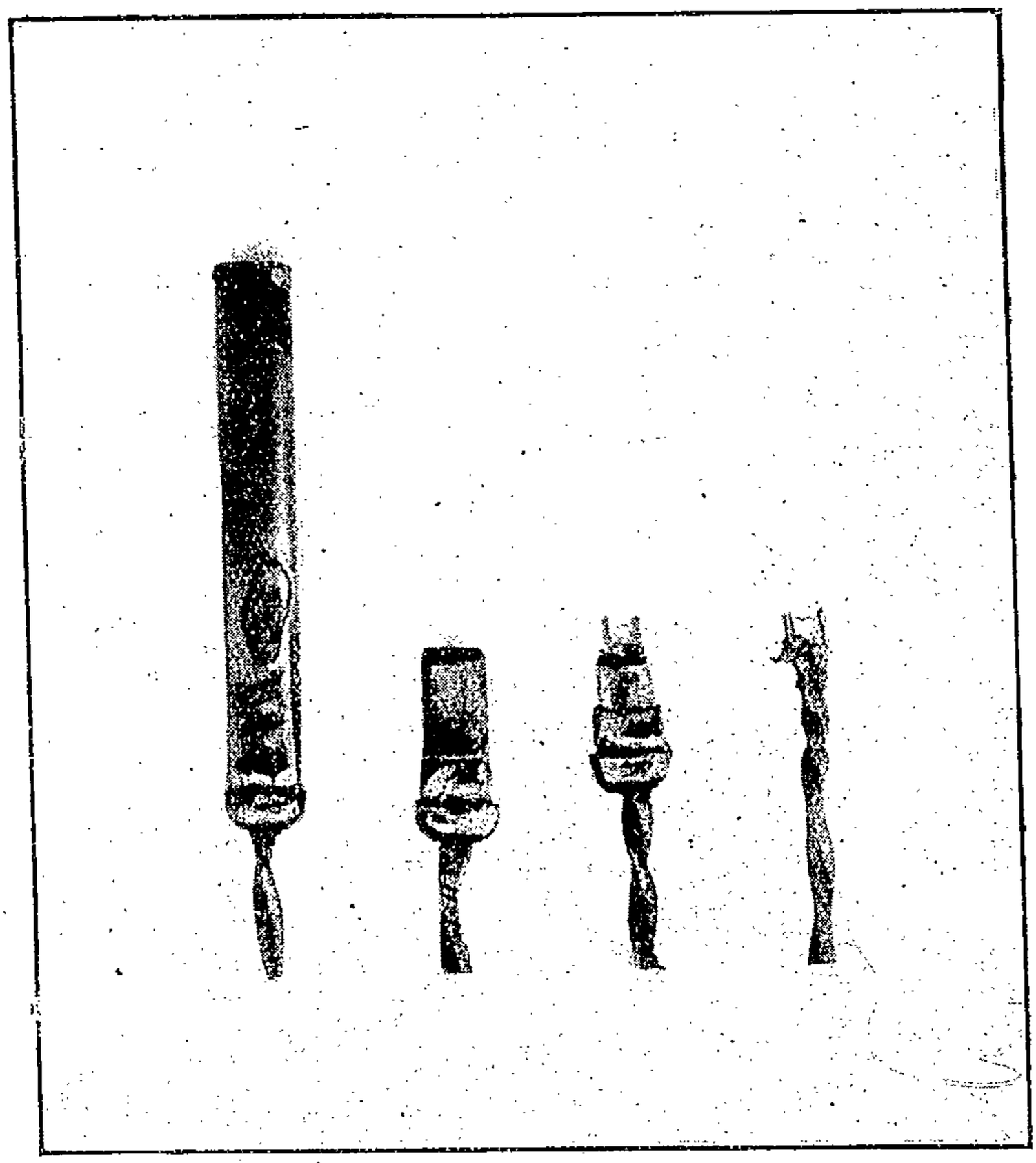
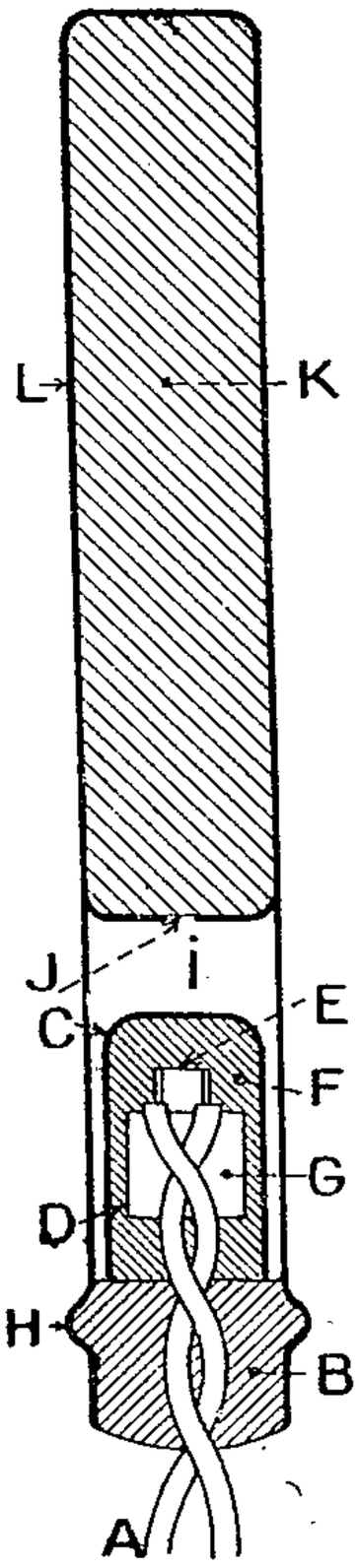


FIG. 3 *bis* — Amorce 2.

en carton, fermé par une pellicule de celluloïd, lequel contient la composition fusante, constituée par un mélange pulvérulent à poids sensiblement égaux de sulfocyanure de mercure et de chlorate de potassium, pesant en moyenne 96 milligrammes. La *fig.* 2 donne la coupe schématique du dispositif; les photographies de la *fig.* 2 *bis* représentent respectivement :

Le filament et les fils conducteurs;

Le montage des fils sur le noyau;
L'amorce recouverte de son capuchon;
L'ensemble du détonateur.
L'amorce 2, représentée par les *fig.* 3 et 3 *bis*, est



A. Fils conducteurs.
B. Soufre.
G. Gaine en carton.
D. Cylindre de papier fort
E. Fil électrique.
F Poudre d'inflammation.
G. Noyau en cire.
H. Bourrelet.
I. Chambre d'inflammation.
J. Opercule.
K. Détonateur.
L. Douille en cuivre.

FIG. 4.

construite comme l'amorce 1 dont elle ne diffère que par les points suivants :

Le noyau, au lieu d'être en carton comprimé, est en plomb et monté sur le tube en laiton à frottement dur, au lieu de l'être par sertissage;

L'opercule qui ferme le tube en carton est en collodion au lieu d'être en celluloïd;

La composition fusante, pulvérulente, comme dans le cas précédent, est constituée par du fulminate de mercure (100 milligrammes en moyenne).

La *fig.* 3 donne la coupe schématique du dispositif;

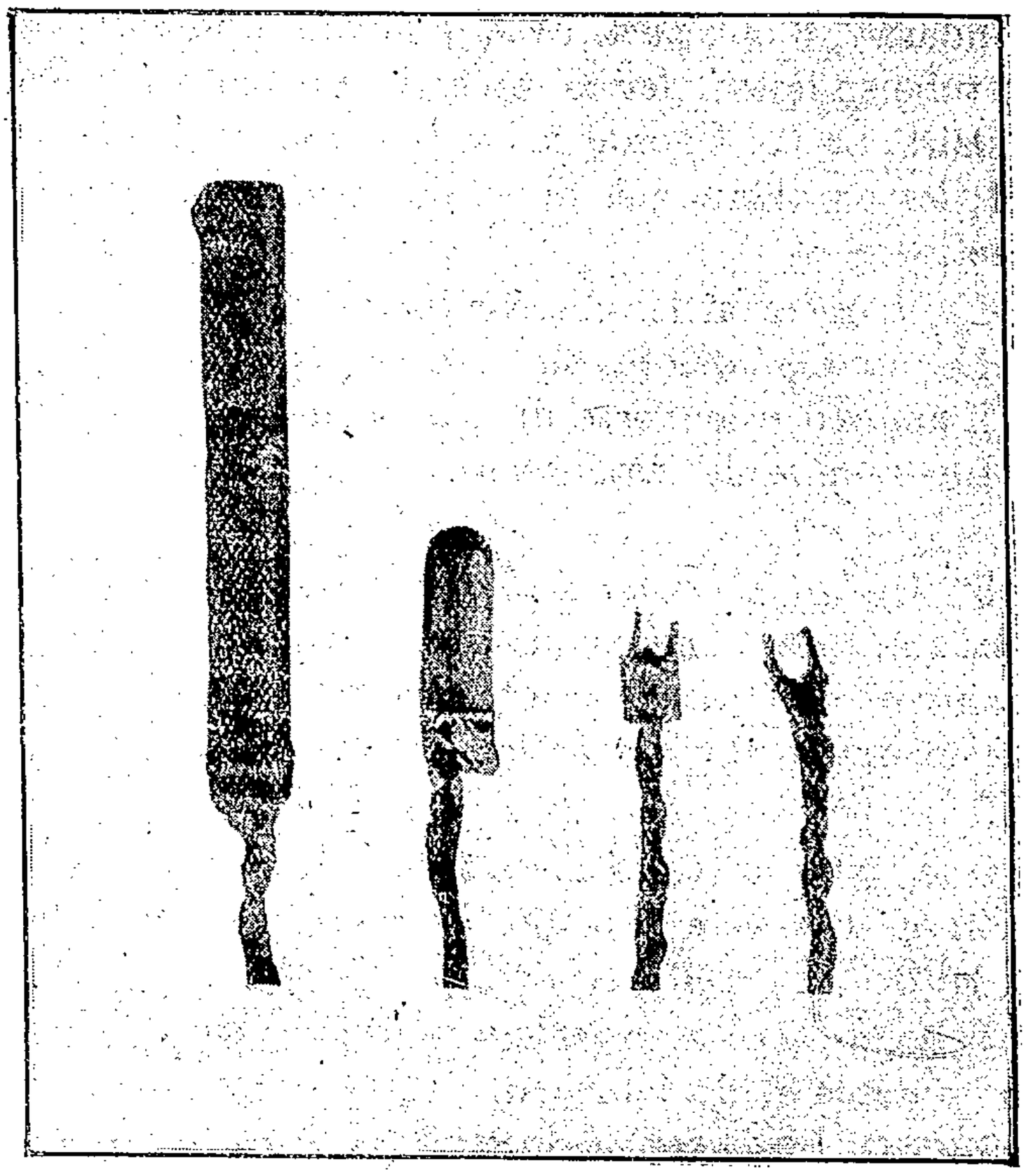


FIG. 4 *bis*. — Amorce 3.

les photographies de la *fig.* 3 *bis* représentent respectivement :

Le filament et les fils conducteurs;

Le montage des fils sur le noyau en plomb;

L'amorce recouverte de son capuchon;

L'ensemble du détonateur.

L'amorce 4, représentée par les *fig.* 4 et 4 *bis*, a ses

fils conducteurs soudés directement sur le filament et maintenus écartés par un noyau en cire G. La composition fusante, pesant en moyenne 70 milligrammes, est la même que la composition de l'amorce A; elle est contenue dans une gaine en carton, qu'une coulée de soufre solidarise, d'une part, avec le noyau, d'autre part avec le tube en laiton, lequel présente un bourrelet hémicirculaire. La *fig.* 4 donne la coupe schématique du dispositif; les photographies de la *fig.* 4 *bis* représentent respectivement :

Le filament et les fils conducteurs;
Le montage des fils sur le noyau de cire;
L'amorce recouverte du capuchon;
L'ensemble du détonateur.

3° *Analyse théorique de l'effet d'une traction sur les fils conducteurs.* — Imaginons que, le tube en laiton étant maintenu dans une position invariable, on exerce sur les fils conducteurs une tractionT. Désignons par :

R la résistance des fils à la rupture;

G le frottement des fils à travers le noyau (amorces 1 et 2) ou à travers la coulée de soufre qui ferme le tube en laiton (amorces 3 et 4);

N l'effort nécessaire pour retirer du tube l'ensemble de l'amorce et du bouchon.

Six cas différents peuvent se présenter, savoir :

$$N > G > R$$
$$G > N > R$$
$$R > G > N$$
$$G > R > N$$
$$R > N > G$$
$$N > R > G$$

Si on fait croître à partir de zéro la traction exercée sur les fils conducteurs, on observera :

a) Dans les deux premiers cas, la rupture des fils con-

ducteurs qui se produira au moment où T l'emportera sur R;

b) Dans le troisième et le quatrième cas, l'arrachement hors du tube de l'ensemble de l'amorce, qui se produira au moment où T l'emportera sur N;

c) Dans les deux derniers cas, un glissement des fils conducteurs à travers le bouchon de soufre ou le noyau, qui se produira au moment où T l'emportera sur G.

Examinons les conséquences de chacune de ces trois éventualités.

a) La rupture des fils ne peut, de toute évidence, provoquer aucune détonation intempestive. Il y aurait, de ce ce chef, intérêt à établir les détonateurs de manière telle que le frottement G des fils dans le bouchon et l'effort N qui mesure la solidité de la fixation de ce bouchon dans le tube fussent toujours, l'un et l'autre, supérieurs à la résistance R des fils conducteurs à la rupture. Les résultats expérimentaux qui seront cités plus loin montrent que, pour les quatre modèles précédemment décrits, cette condition est plus ou moins loin d'être satisfaite.

Dans cet ordre d'idées, d'ailleurs, on observera que, les détonateurs étant des engins bon marché établis par grandes séries, le fabricant est dans l'impossibilité matérielle d'acquérir la certitude que chacun de ceux qu'il met sur le marché satisfait à une condition du genre de celles qu'expriment les deux inégalités :

$$G > R \qquad \text{et} \qquad N > R$$

Car, s'il a dessiné ses engins en s'inspirant du souci de la vérifier, l'impossibilité de tout contrôle individuel des produits finis a pour conséquence qu'il suffit, pour que tel ou tel de ceux-ci s'en écarte, qu'un des ouvriers employés à la fabrication ait eu une défaillance de soin ou d'attention. Compte tenu de cette particularité, il n'en demeure pas moins, puisque les différents modèle que

nous étudions présentent, du point de vue qui nous occupe, des différences inconstestables, que les moins satisfaisants d'entre eux, et sans doute aussi les autres, sont susceptibles de perfectionnements efficaces.

b) L'arrachement hors du tube de l'ensemble de l'amorce et du bouchon ne peut pas, en l'absence de toute déformation préalable du tube, occasionner la détonation intempestive des détonateurs 3. Dans ces engins, en effet, la composition fusante n'a pas de contact avec le capuchon protecteur en carton, de sorte que ce dernier glisse dans le tube en laiton, sans que le bouton d'acétylure cuivreux puisse éprouver quelque échauffement que ce soit. Il cesse évidemment d'en être de même quand le tube en laiton présente une déformation comportant des diminutions locales de diamètre; dans ce cas, en effet, le bouton d'acétylure cuivreux peut éprouver, à la traversée de la zone rétreinte, un frottement qui, *a priori*, semble être capable de provoquer son inflammation. C'est d'ailleurs de cette manière que les choses se passent même en l'absence de toute déformation préalable du tube de laiton, pour les détonateurs 1, 2 et 4; dans ces trois modèles en effet, le capuchon protecteur est empli complètement par la composition fusante, et il est permis de concevoir que son déplacement fasse fonctionner celui-ci à la manière d'un rugueux. Malgré tout, la probabilité que la détonation résulte de l'arrachement de l'ensemble de l'amorce et du bouchon nous paraît demeurer extrêmement faible et même négligeable, au moins aussi longtemps que le tube n'a pas été accidentellement rétreint, et nous avons le sentiment qu'il vaudrait mieux chercher à réduire le risque de déformation du tube plutôt que s'efforcer de consolider l'assemblage du tube avec le bouchon.

c) Le glissement du fil à travers le bouchon est, par contre, un phénomène qui nous semble tout à fait dangereux. Lorsqu'en effet il se produit :

Ou bien la composition fusante, pulvérulente, demeure, par rapport au bouchon dans une position invariable, et le filament se déplace en frottant contre elle; c'est ce qui se produit dans les détonateurs 1, 2 et 4;

Ou bien cette même composition, invariablement assujettie au filament, est entraînée avec lui et vient frotter contre les parois du canal par lequel le filament traverse le bouchon; c'est ce qui se produit dans le détonateur 3.

Dans les deux cas, elle est échauffée par frottement et cet échauffement peut provoquer son inflammation.

d) En définitive donc, des deux inégalités

$$G > R \qquad \text{et} \qquad N > R.$$

que nous avons rencontrées tout à l'heure c'est, avant tout, la première, qu'il nous paraît important de satisfaire. Nous avons fait allusion plus haut aux difficultés que cela présente. Il nous semble qu'on pourrait avantageusement chercher un moyen de les tourner dans la mise en œuvre d'un dispositf de sécurité analogue à celui qu'on trouve dans le détonateur 3 : celui-ci consiste, en principe, d'une part à fixer la composition fusante dans une position invariable par rapport au bouchon, — ce qui s'obtient en coulant du soufre jusqu'autour du bouton d'acétylure, — d'autre part, à intercaler sur les fils conducteurs deux tronçons de moindre résistance mécanique où la rupture doit se produire lorsque, R étant supérieur à G, une traction exercée sur les fils amorce leur glissement à travers le bouchon. En tout état de cause, il est essentiel d'établir les détonateurs de manière telle qu'ils ne soient pas exposés à éprouver accidentellement des détériorations qui aient pour effet de diminuer la valeur du frottement G. Un exemple, que nous citons plus loin, met en évidence les dangers de l'inobservation de cette condition.

4° *Étude expérimentale de l'effet d'une traction sur les fils conducteurs.* — Telles sont, au total, les considérations théoriques qui nous paraissent pouvoir être présentées relativement au mécanisme des détonations intempestives causées par un effort de traction. Les expériences auxquelles nous nous sommes livrés, à Montluçon en confirment l'exactitude. On peut distinguer ces expériences en trois séries, suivant qu'elles ont porté :

Sur des détonateurs en bon état;

Sur des détonateurs dont le tube en laiton avait été plus ou moins déformé;

Sur des détonateurs présentant une dégradation de nature à diminuer la valeur du frottement G.

Nous les décrivons dans ce qui suit :

a) *Détonnateurs en bon état.* — Une forte tôle, percée d'un trou de diamètre inférieur à celui des détonateurs, est maintenue verticalement entre les mâchoires d'un étau. Les fils du détonateur à essayer sont engagés dans le trou et l'opérateur, placé de l'autre côté de la tôle par rapport au détonateur et, de ce fait même, protégé contre les projections, exerce sur eux, à la main, une forte traction. 400 détonateurs — 100 de chacun des quatre modèles construits en France — ont été essayés de la sorte. On a enregistré les résultats suivants :

1° Amorces 4:

6 détonations;
44 cas de rupture des fils conducteurs,
50 cas d'arrachement des fils à travers le bouchon de soufre sans détonation.

2° Amorces 1 :

1 détonation,
99 cas de rupture des fils conducteurs.

3° Amorces 2 :

1 détonation,
22 cas de rupture des fils conducteurs,

77 cas d'arrachement des fils à travers le noyau de plomb sans détonation.

4° Amorces 3 :

0 détonation,
84 cas de rupture des fils conducteurs,
14 cas de rupture des lames de clinquant,
2 cas d'entraînement hors du noyau de l'ensemble de l'amorce.

La conclusion à tirer de ces résultats est que, sauf *peut-être* ceux du type 3 les différents détonateurs construits en France sont capables, *même lorsqu'ils sont en parfait état*, de détoner sous l'effet des fils; il n'y a par conséquent pas lieu de les considérer comme parfaits, mais bien de chercher à améliorer leur mode de construction.

b) *Détonateurs dont le tube a été déformé.* — Pour mettre en évidence le rôle que peuvent jouer les déformations accidentelles du tube de laiton, nous avons procédé à deux séries distinctes d'expériences :

Celles de la première série ont été faites avec des détonateurs 2, dont le tube était en bon état, et qu'on a soumis à un essai de traction, non plus en les plaçant derrière une tôle, mais en les serrant avec précaution dans un étau, dont les mâchoires avaient été pourvues d'une garniture en bois, le serrage étant réglé à la valeur tout juste suffisante pour que la traction exercée par l'opérateur n'arrache pas le détonateur tout entier hors des mâchoires de l'étau. La déformation qu'on réalise dans ces conditions est trop peu importante pour qu'un examen superficiel la décèle; nous avons néanmoins constaté qu'elle suffit pour porter à 30 % la probabilité de détonation à laquelle les expériences de traction à travers le trou percé dans l'écran attribuaient la valeur de 1 %.

Les expériences de la seconde série ont eu pour objet de déterminer l'effet de déformations, beaucoup trop

importantes pour passer inaperçues, mais dont la possibilité n'est nullement exclue qu'il s'en produise d'analogues dans la pratique; on a martelé la tête de détonateurs 4, et de détonateurs 3, de manière à désolidariser à peu près complètement le tube en laiton de l'amorce proprement dite; l'effet de ce martelage est analogue, par exemple, à celui qu'exercerait l'écrasement par une roue de berline ou sous le talon d'un homme de poids normal.

En opérant sur des détonateurs aplatis de la sorte, nous avons enregistré une probalité de détonation par traction égale à :

10 p. 100 pour les détonnateurs 4;
3 p. 100 pour les dénotateurs 3.

c) *Détonateurs à noyau détérioré.* — Les détonateurs 1 fournissent par ailleurs un exemple, qui nous paraît tout à fait caractéristique, de l'effet que peuvent exercer les détériorations suceptibles de réduire la valeur du frottement G au contact des fils conducteurs et du bouchon du détonateur. La substance constitutive du noyau de ces détonateurs est relativement fragile, et il peut arriver qu'elle casse au droit du sertissage; sur 740 détonateurs que nous venions de recevoir du fournisseur, nous en avons trouvé 6, soit 0,8 %, qui présentaient ce défaut. La rupture est d'ailleurs presque invisible et ne peut être décelée que par un examen tout à fait minutieux. Elle n'en a pas moins pour effet de diminuer la surface par laquelle les fils conducteurs sont en contact avec la partie du noyau sur laquelle le tube est serti, et, partant la valeur de l'effort à exercer pour provoquer le glissement des fils. Or, en soumettant à des essais de traction des détonateurs dont le noyau avait systématiquement été brisé de la sorte, nous avons enregistré une probabilité de détonation de 13.3 %.

5° *Conclusion.* — Les conclusions qui nous paraissent

devoir être dégagées de l'analyse qui précède sont les suivantes :

1° Il n'est pas impossible de provoquer, par traction sur les fils, la détonation des détonateurs construits en France, même lorsqu'ils sont en excellent état. Les détonateurs 3 sont les seuls que nous n'avons pas réussi à faire détoner par ce moyen. Ce résultat négatif peut toutefois n'être que la conséquence de la trop faible valeur du nombre de nos essais; il a donc une signification relative, mais il est dépourvu de signification absolue;

2° Il y a par conséquent lieu, pour les constructeurs, de faire subir à leurs formules de fabrication les perfectionnements de nature à remédier à la défectuosité que nous venons de signaler. Le sens dans lequel ces perfectionnements doivent être recherchés nous semble d'ailleurs être suffisamment indiqué par l'analyse, que nous avons faite, du phénomène;

3e Toute détérioration qui affecte, soit le tube en laiton, soit le bouchon du détonateur, a, en principe, pour conséquence d'accroître le risque de détonation par traction. A cet égard, il nous paraît être recommandé :

Aux usagers, d'interdire aux boutefeux de manipuler et d'utiliser les détonateurs qui présentent des déformations visibles;

Aux constructeurs, d'une part, de renforcer dans la mesure du possible le tube métallique qui contient la charge de fulminate, d'autre part, de rechercher les défauts de construction spéciaux du genre de celui que nous avons signalé à propos des détonateurs 1 et d'y porter remède.

(*A suivre*)

Étienne AUDIBERT et Louis DELMAS,
Ingénieurs en chef des Mines.

RÉCHAUD DÉMONTABLE

POUR PETITS GROUPES EN CAMPAGNE

Un réchaud démontable, pouvant être contenu dans un sachet de 1 cm d'épaisseur, a été conçu et réalisé par le sapeur Renaud, de la 9e compagnie du 8e régiment du génie, en vue de remplacer, pour les petites unités de sapeurs-télégraphistes et radio-télégraphistes (4 hommes et 1 gradé), les marmites norvégiennes et de permettre de supprimer les repas froids. (Le repas froid est l'alimentation normale des sapeurs radio-télégraphistes aux manœuvres.)

Ce réchaud paraît susceptible de rendre de grands services aux petits détachements opérant isolément sur le terrain, quelle que soit la spécialité de leur effectif.

Il est du type à four « avec feu dessus » et il comporte une ossature cubique composée de quatre tôles verticales de 1mm d'épaisseur dont :

a) 2 tôles identiques A et C du même modèle (fig. 1 de la planche VIII);

b) 1 tôle B avec l'encastrement du plancher du four (plateau inférieur) (fig. 2);

c) 1 tôle D avec porte de four (fig. 3).

Ces quatre tôles sont munies de fentes verticales de 1 mm et sont assemblées deux à deux « à mi-tôle ».

L'assemblage non rigide est consolidé par deux tôles horizontales dites « plateaux supérieur et inférieur ». Une goupille verticale en P et un cavalier dont les branches se logent en Q et Q′ (fig. 4) empêchent respectivement ces tôles horizontales de coulisser dans les rainures *ad hoc* de l'ossature cubique et rendent l'ensemble indéformable.

Fig. 1

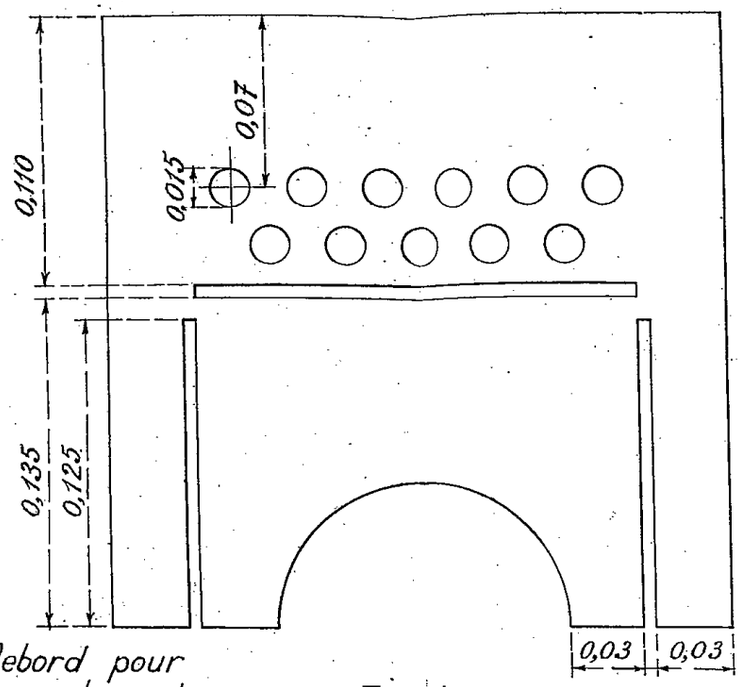


Fig. 2

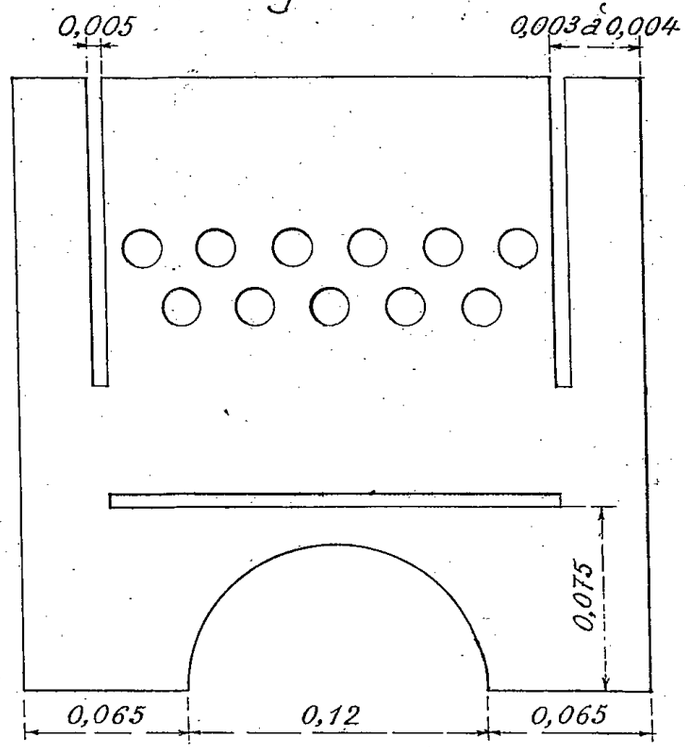


Fig. 3

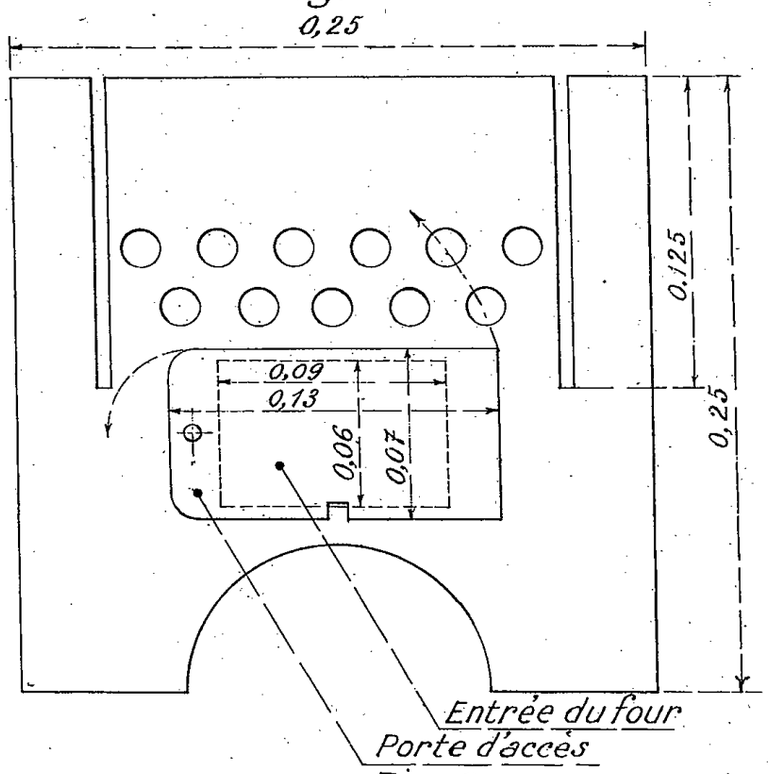


Fig. 4

Plateau supérieur

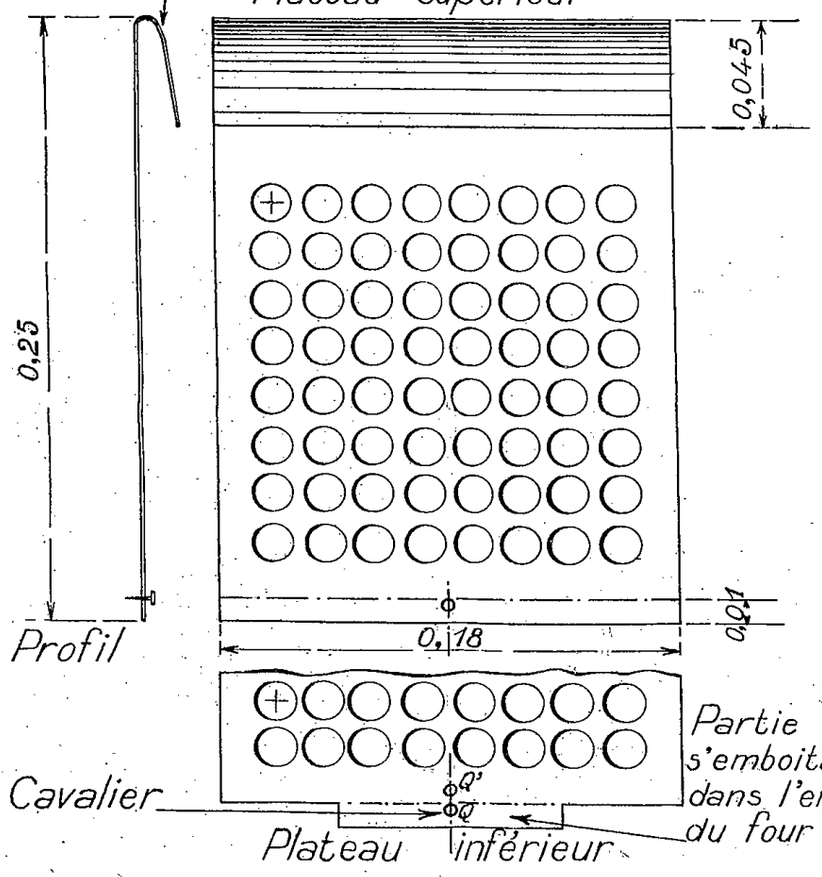
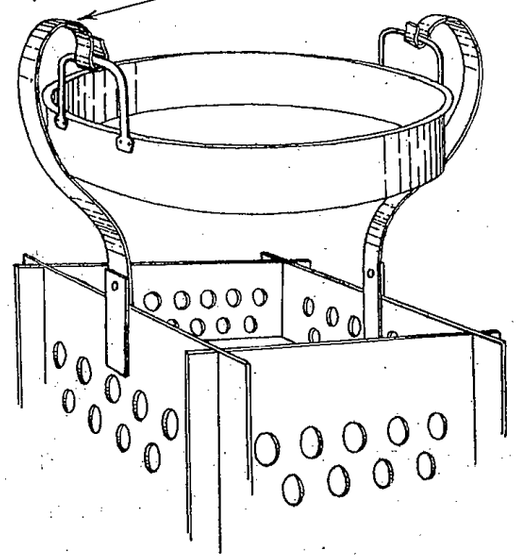


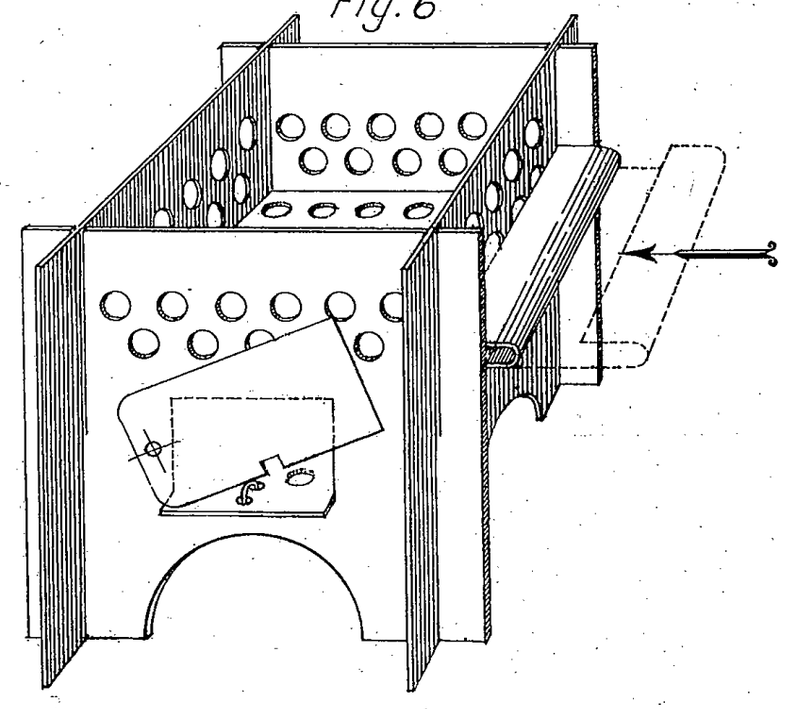
Fig. 5

Support pour marmite de campement



Position du support

Fig. 6



Perspective

(Les plateaux inférieur et supérieur comportent 8 rangées de 8 trous, soit 64 trous.)

Fonctionnant indifféremment au charbon de bois ou au bois, le réchaud s'allume très facilement même par grand vent, le four servant de protège-flamme. La présence des quatre lunules à la partie inférieure des tôles verticales assure en outre un tirage parfait, quel que soit le vent.

En employant un support de fortune ou, ce qui est mieux, un support de marmite de campement (fig. 5), on peut confectionner en dix minutes un plat chaud élémentaire.

Les pommes de terre frites ou les pommes de terre au four sont cuites en trois quarts d'heure (beau temps), en 1 h. 1/4 (très mauvais temps).

Il suffit de retirer la goupille placée en P et le cavalier disposé en Q Q′ pour que le réchaud soit prêt à être replié. Les tôles encore brûlantes (150°), étendues sur le sol, sont en deux minutes à la température ambiante et les plateaux inférieur et supérieur, munis d'un rebord, permettent l'ensachement commode des quatre tôles verticales.

Ce réchaud a été utilisé pendant tout le mois de mars et le début d'avril 1932. Il a permis de faire la cuisine (café compris) à de petites unités de 6 à 15 sapeurs.

Employé par des sapeurs pris au hasard il a donné des résultats nettement supérieurs aux feux de camp établis par des spécialistes habiles du camping. L'économie de bois est, pour le même résultat, considérable (12 rondins pour un feu de camp, 3 rondins identiques pour le réchaud).

LIVRES

Aperçus sur la guerre de 1914-1918, par le colonel BLIN [1].

Sous ce titre modeste l'auteur présente successivement un bref exposé de la politique allemande après 1870 et des causes immédiates de la guerre, puis un résumé complet et précis des événements qui se sont déroulés au cours de cette dernière sur les divers théâtres d'opérations, avec 30 schémas ou extraits de cartes. Enfin les deux derniers chapitres exposent : l'un, les clauses militaires du Traité de Versailles, l'autre une étude comparative des efforts militaires réalisés pendant la grande guerre par les Français et les Allemands.

En quelques phrases sobres et exactes l'auteur indique dans leur essentiel, l'origine des événements, leur enchaînement, leurs conséquences et les enseignements qu'ils comportent.

D'une lecture attachante et facile cet ouvrage donne un tableau clair et exact de l'ensemble des événements déchaînés en Europe par l'impérialisme germanique.

L'évasion du capitaine Lux, racontée par son auteur [2].

La rédaction de la Revue a reçu un exemplaire, avec dédicace de l'auteur, de cet ouvrage constituant un récit tour à tour dramatique et enjoué, de son arrestation en 1910 aussitôt après son débarquement, à Friedrichshafen, de sa détention préventive, de sa condamnation où éclate la mauvaise foi allemande, de son emprisonnement dans la forteresse de Glatz et enfin de son évasion qui ne le cède en rien aux plus célèbres évasions relatées dans les faits de l'histoire.

La préface que le général Hirschauer a bien voulu consacrer à cet ouvrage fait ressortir les belles qualités morales dont il témoigne : fermeté d'âme, foi dans le succès, dévouement à la Patrie, volonté de servir.

---

(1) Charles Lavauzelle : Prix : 25 francs.

(2) Éditions des œuvres représentatives, 41, rue de Vaugirard, Paris. Prix : 12 francs.

Le 1er corps à Dinant, Charleroi, Guise, par le lieutenant-colonel M. LARCHER (1).

Dans cet ouvrage l'auteur a réuni une documentation abondante et sûre contribuant à éclaircir les opérations souvent controversées de la Ve armée en 1914, « l'énigme de Charleroi » et le retour offensif de Guise.

Le principal objet en est l'étude du commandement d'un corps d'armée dans la guerre de mouvement; l'auteur s'est attaché en outre à faire ressortir comment les différentes unités du 1er corps d'armée s'acquittèrent de leur mission, suivant les procédés et avec les moyens matériels de l'époque.

Ce livre est enfin un monument élevé à la gloire des troupes du 1er corps dont il expose les souffrances et les enthousiasmes, les épreuves et les succès.

Maçonneries, béton, béton armé, par G. DEBÈS, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (2).

Le présent ouvrage contient, avec quelques développements supplémentaires, la substance des leçons professées par l'auteur à l'École spéciale des Travaux publics, du bâtiment et de l'industrie.

Son objet principal est l'étude du béton, qui ayant atteint de nos jours le premier rang parmi les matériaux de construction, ne cesse de croître en importance grâce aux avantages qu'il présente dans son association avec l'acier et à la marge de perfectionnement qui subsiste dans les procédés de mise en œuvre et de fabrication des matières premières.

Le début de l'ouvrage est consacré à l'étude approfondie des éléments constitutifs du béton et comporte la définition, la description et la classification des liants hydrauliques, l'étude de leur résistance aux efforts extérieurs et aux agents de destruction, la description et l'étude granulométrique des sables, l'étude des mortiers, notamment de leur résistance, de leur imperméabilisation, de leur composition granulométrique, de leur dosage. Enfin des considérations sur les essais des liants et des mortiers terminent le titre I.

Le Titre II « Béton » contient la définition des bétons, l'étude de leur résistance, les principes généraux du dosage, le calcul

---

(1) Berger-Levrault. Prix : 15 francs.
(2) Librairie de l'enseignement technique Léon Eyrolles. Prix :

des quantités de liant par mètre cube, l'étude le loi de variation de la résistance en fonction des quantités d'éléments constitutifs et de la constitution granulométrique, celle du tassement, l'examen de diverses formules de résistance et de granulométrie, des exemples d'ouvrages d'art divers, des condidérations sur la fabrication du béton, sur sa mise en œuvre, sur le retrait, un résumé des travaux de M. Freyssinet sur ce dernier objet, la théorie colloïdale ou corpusculaire des ciments, enfin les moyens de donner aux ouvrages un aspect fini et satisfaisant.

Le titre III comprend une étude approfondie du béton armé, en faisant toutefois abstraction des calculs, et notamment : celle du travail du béton armé à la traction et à l'extension, de l'action des agents extérieurs, la comparaison avec les ouvrages en maçonnerie et en métal, les règlements concernant le béton armé, les données pratiques sur les éléments de calcul, des considérations sur la mise en œuvre.

Les titres IV et V contiennent l'étude des éléments de maçonnerie autres que le béton, soit les pierres naturelles, les pierres artificielles, les céramiques, les verres, les pierres fondues, le caoutchouc et la bakélite.

Le titre VI est consacré à l'étude de l'exécution des maçonneries, taille des pierres, appareillage, enduits, chapes, dallage.

Les deux titres suivants contiennent l'étude du plâtre et celle des goudrons et bitumes.

Enfin une annexe contient des documents relatifs aux marchés de fournitures des liants, la circulaire des travaux publics du 24 juin 1927 relative à l'emploi des ciments alumineux, celle du 20 octobre 1906 concernant l'emploi du béton armé et enfin le nouveau règlement sur les constructions en béton armé élaboré par la Chambre Syndicale des constructeurs en béton armé.

LISTE DES OUVRAGES ENTRÉS A LA BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE (GUERRE) PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1932

A. I. — *Sciences et art militaires.*

A 1 d.

2057. — MINISTÈRE DE LA GUERRE. — *Manuel de montagne et d'alpinisme militaire*. Annexe à l'instruction provisoire sur les opérations en montagne. Paris, Imp. Nationale, 1931, in-8.

A 1 m.

2119. — GIRARDIN (Émile DE). — *Désarmement et matérialisme*. Paris, M. Lévy, 1860, in-8.

A. II. — *Histoire militaire.*

A 2 a.

197. — CORNELIUS (Friedrich). — *Cannae*. Das militärische und das literarische Problem. Leipzig, Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung, 1932, in-8.

A 2 c.

687. — CUGNAC (Général DE). — *Yorktown (1781)*. Trois mois d'opérations combinées sur mer et sur terre dans une guerre de coalition. Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

A 2 e.

4884. — GOULET (Eug.), bibliothécaire-adjoint de la ville de Toulon. *Le port de Toulon et la préparation de l'expédition d'Alger*. Paris, Imp. Nationale, 1931, in-8.

4885. — CORLIEU-JOUVE. — *Ceux des chars d'assaut*. Paris, J. Tallandier, 1932, in-8.

4886. — GRASSET (Colonel A.). — *La guerre en action. Surprise d'une division. Rossignol-Saint-Vincent*. Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

4887. — GOETZ (Lucien). — *L'Hartmannswillerkopf*. Pages d'histoire et de gloire. Lettre préface de M. le maréchal JOFFRE. Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

4888. — VALARCHÉ (Colonel E.). — *La bataille des frontières*. Paris, Berger-Levrault, 1932, in-8.

4893. — DELMAS (Commandant J.). — *L'infanterie de la victoire* (1918).

A 2 f.

393. — L'armée française. Paris, Hachette, 1932, in-8 grav. (Encyclopédie par l'image).

2284. — CONCHARD (Vermeil DE). — *Le maréchal Blücher* d'après sa correspondance, 2e édit. Paris, L. Baudoin, 1887, in-12.

2286. — LUDENDORFF (Général). — *Souvenirs de guerre*. T. I et II.

D I. — *Sciences géographiques.*

D 1 m.

210. HANTOS (Elemir). — *L'Europe centrale. Une nouvelle organisation*. Paris, F. Alcan, 1932, in-8.

D 1 p.

375. — BERTRAND (Louis). — *Les villes d'or*. Afrique et Sicile antiques. Nouv. édit. Paris, A. Fayard, 1921, in-8.

282 (3). — ARNAUD (J.), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. *Chemins de fer et routes. Les chemins de fer coloniaux*. Paris, s. d. in-8.

283. — LOUVEL (M.), inspecteur principal des Eaux et Forêts. — *Les plantes ornementales et curieuses de Madagascar*. Paris, Imp. Nationale, 1931, in-fol., grav.

D II. — *Sciences historiques.*

D 2 k.

624. — RAPHAËL (Gaston). — *Allemagne et Pologne*. Paris, Delagrave, 1932, in-8.

D 2 l.

1200. — RIVAUD (Albert). — *Les crises allemandes 1919-1931*. Paris, A. Colin, 1932, in-8.

D 2 m.

484. — PROST (Henri). — *La Bulgarie de 1912 à 1930*. Paris, P. Roger, 1932, in-8.

D 2 n.

453. LEGENDRE (Dr A. F.). — *La crise mondiale. L'Asie contre l'Europe*. Paris, Plon, 1932, in-8.

D 2 p.

538. — LEHUREAUX (capitaine Léon). — *Le voyage de M. J. Carde au Sahara* (janvier-février 1932). Paris, Éditions du Comité de l'Afrique française, 1932, in-8.

D 2 s.

423. — BAUDESSON (Commandant). — *Aux pays des superstitions et des rites chez les Moïs et les Chams*. Paris, Plon, 1932, in-8.

424 (4). — BORDES (Dr L. A.). — *Le paludisme en Indochine*. Hanoï, imp. d'Extrême-Orient, 1931, in-4.

424 (10). — CARTON (P.). — *La météorologie et ses applications dans les pays tropicaux*. Hanoï, imp. d'Extrême-Orient, 1930, in-4.

425. — BRUNEAU (André), docteur en droit. — *Traditions et politique de la France au Levant*. Paris, F. Alcan, 1932, in-8, cartes.

D 2 u.

1804. — VALÉRY (Paul). — *Regards sur le monde actuel*. Paris, Stock, 1931, in-8.

1805. — ADAM (Mme Juliette). — *Notre Alsace française*. Paris, Berger-Levrault, 1927, in-16.

BIBLIOGRAPHIE

Revues civiles

Le Génie civil. — 26 mars. — Les progrès récents dans la construction des chaussées en béton. — Les gîtes d'antimoine en France. Leur association fréquente avec l'or. — L'aérage des galeries d'aménagement du Haut-Lez et du lac d'Araing (Ariège). — La soudure électrique à l'hydrogène atomique, par le procédé « Arcatom ». — L'influence de l'effort tranchant sur les flèches élastiques des poutres. — La coulabilité des alliages. Relation avec l'intervalle de solidification. — Presses à mouvement de genouillère pour fabriquer les briquettes de lignite. — La trempe martensitique et le traitement thermique pour le durcissement des fontes. — La vérification par les rayons X et par voie magnétique des soudures d'un équipement de cracking. — L'enrichissement et le débourbage des schlamms par le xanthate. — Étude des corniches diffusantes pour l'éclairage indirect.

2 avril. Le dirigeable américain « Akron ». — La longueur des rails, facteur de stabilité des voies ferrées. — La décomposition des mortiers de ciment. Effet de certains corps sur leur résistance. — Contribution à l'étude du mécanisme de la combustion du charbon pulvérisé. — Les chemins de fer en Asie-Mineure. — Construction des lignes d'Irmark à la Mer Noire et d'Alep à Diarbékir. — La transformation des carbures acycliques saturés en carbures éthyléniques. — Un nouvel accumulateur à l'iode. — La « Pauline » autorail de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. — Propriété et emploi de la caséine végétale. — La bakélisation des tôles des récipients pour liquides. — L'industrie de la baryte en Californie. — Gazogène système Schumacher, produisant directement du gaz à l'eau carburé. — Nouvelles locomotives électriques pour trains rapides de la Compagnie d'Orléans. — L'application des résines synthétiques à la protection et à la décoration des pièces métalliques.

9 avril. — La réalisation du conditionnement de l'air par les procédés Neu. — Contribution à l'étude du mécanisme de la com-

bustion du charbon pulvérisé. — La construction des immeubles dits « maisons isothermes ». — Les recherches de pétrole et l'existence de lignites dans le Bugey (Ain). — La surveillance automatique et la prévention des accidents, au moyen des rayons infra-rouges. — Sonde phonique pour la mesure des intensités mécaniques des sons. — L'application des charbons actifs à la carburation. — Le chauffage industriel et privé, assuré par vapeur soutirée, à Lincoln (Nebraska, États-Unis). — Les chaudières au gaz, pour l'eau et la vapeur. — L'atténuation du fading par l'emploi d'antennes de forme spéciale, notamment pour les ondes relativement courtes. — Recherches sur les bois bakélisés. — La thérapeutique par les rayons ultra-violets. — Dispositif d'étanchéité pour traversée des parois par un arbre mobile.

16 avril. — Les laboratoires de la Société hydrotechnique de France. — Le laboratoire hydrotechnique du Saulcy, à Metz. — Contribution à l'étude du mécanisme de la combustion du charbon pulvérisé. — Les possibilités de l'utilisation industrielle de la chaleur terrestre. — Étude des charpentes métalliques. — Les travaux de Steel Structures Research Committee Britannique. — Les canaux de la Twenthe (Pays-Bas). — Étude de quelques erreurs techniques ayant contribué à la crise mondiale. — Locomotive Diesel de 150 CH pour voie de 0 m 60, pour les chemins de fer du Maroc. — Les conventions en monnaies étrangères et la stabilisation du franc. — Le sondage acoustique par échos à bord d'aéronefs bruyants. — La fabrication des huiles végétales par pression. — La préparation du jus de raisin dans les familles, aux États-Unis. — Étude des différents types de véhicules industriels, au point de vue des capacités de transport. — Le calciférol ou vitamine D cristallisée. — Colonnes mixtes en profilés et béton armé, employées dans l'ossature du Globe Democrat Building, à Saint-Louis (Missouri, États-Unis). — Méthode simple pour le calcul des sections des canalisations d'éclairage électrique. — Le développement de la protection sélective des réseaux électriques. — Les méthodes séismiques et gravimétriques de prospection du sous-sol. — Les accumulateurs de vapeur modernes. — Procédés de construction, appliqués en Amérique aux routes à faible trafic.

23 avril. — Études des charpentes métalliques. — Les travaux du Steel Structures Research Committee britannique. — Les diverses méthodes de mesure des hautes tensions. — La valeur alimentaire et industrielle du Soja. — Câbles à huile fluide

pour les très hautes tensions. — Châssis à chenilles pour pelles excavatrices. — Montage à réaction indépendante de la fréquence. — L'emploi de la radiographie pour l'examen des matériaux de chemins de fer. — Les bâtiments à ossature métallique en Allemagne en 1931. — Les applications des tubes électroniques dans l'industrie. — Les progrès récents dans la pratique du nickelage. — Contribution à l'étude des corps immergés. — L'incinération des ordures ménagères à Montréal (Canada).

30 avril. — Le captage et l'adduction à Paris, d'eau provenant des alluvions des vals de Loire. — Étude des charpentes métalliques. — Les travaux du Steel Structures Research Commitee britannique. — Les turbines Kaplan de 42.500 chevaux de la centrale de Rybourg-Schwörstadt, sur le Rhin. — Télécompas et stabilisateur automatique de cap, système « Askania » pour la direction des avions. — Les minerais radifères. — Les appareils respiratoires pour atmosphère contaminée. — Ampéremètre, système Barlow, pour courants alternatifs de faible intensité et de toutes fréquences. — L'aménagement intégral du Rhône. — La passivité et la corrosion des métaux, spécialement du fer. — La détonation et le choix de l'essence pour les moteurs à explosion. — Les intégraphes électromécaniques du Massachusetts Institute Of Technology, à Boston (États-Unis).

La Construction moderne. — 1er mai. — Un immeuble à Neuilly-sur-Seine.

8 mai. — Garage hélicoïdal à Grenoble.

15 mai. — Les cuisines au gaz.

22 mai. — A propos du concours d'idées pour l'aménagement de l'avenue entre l'Étoile et la place de la Défense. — L'Arthel ou la conquête du soleil.

29 mai. — Pièces chargées de bout, à section constante, formule d'Euler.

Revue des Matériaux de construction. — Mai. — L'industrie du béton préparé d'avance, son importance technique et économique. — La traction électrique par accumulateurs dans l'industrie des matériaux de construction et les travaux publics.

Le Ciment. — Mai. — De la durée des conduites et tuyaux en béton soumis à l'action continuelle des eaux. — Chaussées en béton de ciment. — Calibrage du gravier et du sable. — Quelques aspects de l'isothermie dans les immeubles de construction moderne.

Le Constructeur de ciment armé. — Mai. — Le poteau de ligne

léger et le poteau de ligne économique en béton armé. — Étude des toitures incurvées de faible épaisseur sans nervures et sans tirants. — Murs de soutènement et de quais soutenus par des plaques d'ancrage. — Méthode de calcul des planchers quadrilatères ou planchers à nervures orthogonales. — Action des eaux sulfatées sur le béton. — Les mélangeurs et bétonnières modernes. — De l'imperméabilité du béton.

La Technique sanitaire. — Mai. — Étude hydrologique de la crue extraordinaire de janvier 1930. Étendue. Dommages causés. Processus et causes déterminantes. — La « climatisation ». — Une technique française sur le rafraîchissement. — La réfection des routes de terre à l'aide d'asphalte en Californie.

Revue générale de l'Électricité. — 7 mai. — Champs produits par une ligne parcourue par un courant alternatif avec retour par le sol et par une antenne horizontale. — Mesure exacte des petites charges électriques par une méthode de zéro. — L'usine Arrighi (nouvelle usine génératrice de Vitry-Sud). — Mise en service d'un turbo-alternateur de 160.000 kw. — L'équilibrage en série des induits de petits moteurs. — La porosité des revêtements électrolytiques de chrome.

14 mai. — Un potentiomètre à lecture directe de la concentration en ions hydrogène. — Génératrice de soudure à courant continu à autostabilisation.

21 mai. — Courant transitoire dans un circuit bouchon. — Diagramme du moteur à collecteur polyphasé, à caractéristique shunt et à réglage de vitesse par décalage des balais. — Méthodes de réflexion pour la mesure des profondeurs sous-marines. — Le freinage électrique sur les chemins de fer d'intérêt général. — La question des mesures d'énergie aux très hautes tensions. — La sonde phonique pour la mesure des intensités mécaniques des sons. — Étude économique de la répartition sur deux transformateurs de la puissance des postes de réseaux. — Montages spéciaux pour le redressement des courants polyphasés. — Détermination des puissances admissibles pour les câbles souterrains et aériens. — Les résultats économiques de l'amélioration du facteur de puissance des installations, considérés plus spécialement dans le cas de l'emploi de condensateurs. — Prises de terre pour parafoudres (1re partie). — Expériences de télévision. — Les isolants vitrifiés.

28 mai. — Inauguration d'un service de « visiotéléphonie ». — Étude des étincelles de commutation. — Réalisation de l'échelle internationale des hautes températures. — Calcul de la résistance des terres et de la capacité des conducteurs constituant

les prises de terre. — Les applications pratiques des rayons ultra violets. — Nouvelle gaine d'extrémité, ou boîte de branchement de câbles, pour branchements sur les réseaux aériens de distribution à basse tension. — L'oscillateur dynatron avec un nouveau dispositif pour l'obtention des très hautes fréquences. — Le fonctionnement de la superréaction. — Problèmes d'établissement des batteries pour récepteur à piles à dépolarisation par l'air.

L'industrie électrique. — 10 mai. — Protections et manœuvres des moteurs asynchrones triphasés. — La détection thermique dans la défense contre l'incendie. — L'absorption des ions par des particules sphériques conductrices dans un champ ionisé. — Moments ferromagnétiques et système périodique. — Sur les oscillations entretenues par les lampes à grille positive. — Sur l'éclair en chapelet avec grains.

25 mai. — Étude pratique du fonctionnement des fours à arc à courant alternatif. — Sur la réalisation des machines électrostatiques.

Recherches et Inventions. — Mai. — Fumivore Pyram. — Aériseur R. Mille. — La Fumivorite. — Matériel « air et feu ». — Avant-foyer fumivore F. A. P. — Les recherches sur le froid à l'étranger.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. — Mai. — Procédé d'oxydation par l'air de l'acide sulfhydrique en solution. — La Commission d'études des ennemis des arbres, des bois abattus mis en œuvre, ses buts, ses travaux. — La couleur, transformateur d'énergie. — Étude à la cellule photoélectrique. — Les terres rouges et les terres noires basaltiques d'Indochine, leur mise en culture. — L'oxydation des hydrocarbures et le phénomène du choc dans les moteurs.

Procès-verbaux des Séances de la Société des Ingénieurs civils. — 13 mai. — Les progrès dans le traitement thermique des aciers.

20 mai. — Les méthodes de travail et de vérification dans l'industrie de l'optique.

Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France. — Septembre-octobre 1931. — L'emploi des bois coloniaux en traverses de chemins de fer. — La production simultanée du gaz communal et du gaz traction dans les usines à gaz de province. — Reprise des stocks et chargement en wagons ou en bateaux des matières telles que les charbons et cokes, les sels potassiques, les pierres et sables, les terres et phosphates et divers produits chimiques avec dispositifs permettant le criblage et le classe-

ment automatique par grosseur. — Les gisements de roches asphaltiques de Lattaquié. — L'aluminium et ses alliages dans l'outillage colonial. — Les États du Levant sous mandat français. — Conditions d'exploitation des moteurs Diesel aux colonies. — Le transport routier des wagons de chemin de fer par remorques automobiles porte-wagons. Ses applications en Europe et aux colonies. — Repérage des directions fixes au moyen d'ondes hertziennes radio-alignements. — Évolution des moteurs à huile lourde dits semi-Diesel. — Conditions spéciales d'établissement des machines frigorifiques devant fonctionner sous les climats tropicaux. — Réfrigération de l'air par procédés aérothermiques. — Projet d'une usine Claude Boucherot de 4.000 kw utiles. — La Société hydrotechnique de France, son service d'essais et de contrôle permanent. — Les gisements miniers du Gomara (Maroc espagnol). — Méthodes d'organisation pour la prospection et la production des mines coloniales. — Quelques considérations sur la suralimentation et le balayage des moteurs à combustion interne. — L'aérage des mines à feu. — Notice géologique et minière sur la région de Bembe-Angola (Afrique Occidentale portugaise). — Fours électriques à induction pour le traitement thermique des alliages. — Un nouveau procédé de régulation automatique.

Arts et Métiers. — Mai. — L'ingénieur et sa formation par les écoles nationales d'Arts et Métiers. — Notes sur l'indicateur automatique des hauteurs d'eau du port autonome du Havre. — Note sur une méthode rapide de détermination de l'assiette d'un bac destiné au transbordement de véhicules et sur la limite de charge admise.

Revue de Métallurgie. — Mai. — Les mines coloniales anglaises. — Les tendances récentes relatives aux méthodes d'étude des métaux et de leurs alliages.

Revue de la Soudure autogène. — Mai. — La classification des soudures. — Calcul rapide des assemblages soudés en charpente métallique. — L'emploi de l'oxy-coupage dans la construction du matériel de chemins de fer. — Le vieillissement des aciers doux après trempe et ses conséquences en soudure autogène. — La soudure oxy-acétylénique des charpentes. — L'hydrogène phosphoré dans l'acétylène.

Revue générale des Chemins de fer. — Mai. — Aperçu de l'état des relations ferroviaires dans le monde. — Note sur une substitution de rails avec sabotage mécanique des traverses. — Les ferry-boats du détroit de Messine. — Une gare de marchandises sous un immeuble de 24 étages. — Réparation des bandages par recharge au moyen de soudure.

Annales des Mines. — Janvier. — Les mines domaniales de potasse d'Alsace.

Février. — Les mines domaniales de potasse d'Alsace.

Mars. — Note sur une rupture de tige de suspension de cage survenue aux mines d'Aniche.

Annales des Ponts et Chaussées. — Mars-avril. — XV^e^ Congrès international de navigation tenu à Venise en septembre 1931. — Compte rendu de la délégation française. — Application de la prospection électrique à l'étude des projets de tunnels et de barrages. — Démolition des fondations de l'ancien pont-rail de la ligne de Nantes à Pornic. — Calcul et implantation des courbes de transition des virages sur les routes.

La Nature. — 1^er^ mai. — L'accélération de la pesanteur : l'utilité pratique de sa mesure et sa détermination rapide par le nouveau pendule Holweck-Lejay. — Les avions de tourisme américains. — Cellules photo-voltaïques et cellules à contact rectifiant. — Les dattes. — La lampe à vapeur de mercure et la photographie. — Le concours de l'aluminium en 1931. — Nouveautés photographiques et cinématographiques.

15 mai. — La fabrication en série des automobiles en France. — Hauts-parleurs à très grande puissance. — Préparation des kaolins. — La météorite tombée en Sibérie en 1908. — La radiophonie pratique.

Revue d'Hygiène. — Mai. — Coquillages et fièvre typhoïde. — Le traitement de la trypanosomiase humaine par la tryparsamide.

Chaleur et Industrie. — Mai. — Les chambres de combustion à parois froides augmentent-elles les imbrûlés? — Les fumées et les gaz toxiques de l'atmosphère devant la législation. — Déperdition calorifique d'un tuyau enterré. — Réflexions sur la thermodynamique statique. — Détermination des tuyauteries et étude du réglage central dans les installations de chauffage par la vapeur basse pression.

La Technique des travaux. — Mai. — Un gratte-ciel à Anvers. — La nouvelle gare de Milan. — Un nouveau procédé de fonçage pour caissons de grande profondeur. — Le pont sur le Petit Belt au Danemark. — La prospection du sous-sol par la méthode géophysique. — Les pieux en béton moulés dans le sol. — Détermination de l'élastique et de la flèche d'un arc. — Application à certains systèmes hyperstatiques.

La Technique moderne. — 1^er^ mai. — Matériaux et méthodes modernes de la construction mécanique. — Les transmissions mécaniques et hydrauliques. — L'outillage pour le travail des

*

métaux. — La soudure autogène et ses applications à la construction. — La chaufferie moderne et ses accessoires. — Quelques problèmes actuels de l'électrotechnique. — Les machines thermiques (Machines à vapeurs. Moteurs à combustion interne).

15 mai. — Les métaux utilisés dans la construction des appareils à vapeur à haute pression et à température élevée. — L'exploration de la stratosphère par ballon sphérique. — L'utilité de l'aération et les procédés modernes de ventilation. — Changement de vitesse automatique Hobbs. — Les hauts-parleurs électrostatiques. — La pêche des poissons à l'électricité. — Bascule automatique à indication optique. — Nouveau marteau dérouilleur mécanique. — Un nouvel accumulateur à l'iode. — Le ferry-boat brise-glace Charlottetown.

Revues étrangères

Bulletin belge des Sciences militaires. — Mai. — Pages d'histoire de l'armée belge au cours de la guerre 1914-1918. Un raid du 4e chasseurs à pied : irruption dans la ferme nº 1, le 28 octobre 1917. — Waterloo : magie et tactique. — Le tir de brèche dans les réseaux de défenses accessoires. — L'alimentation et la lubrification des véhicules à traction mécanique.

The Military Engineer (U. S. A.). — Mai-juin. — Un coup d'œil sur l'Allemagne. — Atténuation de pollution des eaux du port de New-York. — Projet de publicité pour l'armée. — La voie d'eau de l'Illinois. — Les marées à Panama. — La grande route de Mount-Vernon. — Triangulation géodésique dans le Nord de l'île de Luzon. — Le lever des bancs de Georges. — La Russie telle que je l'ai vue. — La carte des routes aériennes des États-Unis. — Les modèles réduits à l'échelle dans l'instruction en salle des officiers du génie. — La voie navigable côtière de la Louisiane et du Texas. — Comment Tamerlan fit la guerre. — L'alimentation en eau de Santiago de Cuba. — Les alliages légers dans l'évolution de l'aviation. — Les transports aériens commerciaux dans l'Amérique latine.

Bellona (Pologne). — Mars-avril. — Les plans d'opération des empires centraux contre la Russie. — Le principe de la liberté du chef comme principe fondamental de la tactique. — Les opérations et exercices des troupes en hiver.

Revue Militaire technique polonaise. — Février. — La bataille de Kowno en 1915. — Les obstacles fixes en fil de fer. — L'instruction des jeunes officiers-sapeurs. — Le service du génie

à l'échelon armée. — Les liaisons pendant la défense de la 1re armée en 1920. — Sur le fonctionnement des lignes téléphoniques. — Sur l'emploi de la lampe à écran à amplification variable. — Les marchés des grandes unités motorisées et mécanisées d'après les conceptions soviétiques. — Les chars Renault UE modèle 1931. — L'auto à six roues Austro-Daimler type A D G.

Rivista di Artiglieria e Genio. — Mai. — La lutte d'artillerie. — Réparation et reconstruction des ponts pendant la guerre. — L'artillerie allemande. — Notions sur quelques explosifs modernes susceptibles d'être produits dans le pays. — Le tir antiaérien au son. — Le canon divisionnaire. — Le problème de la liaison de l'infanterie et de l'artillerie.

Rivista Militare Italiana. — Mai. — La manœuvre du Métaure. — Le bataillon des chemises noires. — La Hongrie. — Le problème indigène et les questions sociales en Algérie.

Memorial de Ingenieros del Ejercito (Espagne). — Avril. — Notes sur le cahier des conditions pour fourniture des dérivés du pétrole. — Cycle de conférences du bataillon de sapeurs-mineurs nº 8. — Le général Ferrié. — Organisation de la protection anti-gaz en Suisse. — Pouvoir réfléchissant de diverses peintures. — Mortiers de chaux grasse additionnés de sucre.

Schweizerische Monatschrift für Officiere (Suisse). — Mai. — La valeur de l'expérience de la guerre pour l'armement et le tir de l'infanterie. — Le combat de Panaswoka, les 2 et 3 novembre 1915. — Réponse du colonel Grasset. — L'évolution moderne de l'arme du génie. — La capitulation de Lerida.

Vereeniging ter Beoefening van de Krijgswetenschap (Hollande). — 1931-1932. — Les opérations de la 8e armée allemande en Russie et en Prusse Orientale depuis le 15 septembre 1914 et la retraite dans les marais de Mazurie.

De Militaire Spectator (Hollande). — Mai. — En marge de la Conférence du désarmement. — L'organisation de la défense antiaérienne dans les États européens. — L'offensive des Alliés sur le front Ouest en 1918. — Leçons de l'histoire de la guerre.

Vojensko-Technicke Zpravy. — (Revue militaire technique tchécoslovaque). Mai. — Développement des équipages des ponts de guerre. — Fusil court de l'armée suisse modèle 31. — Mortier Stokes Brandt. — Effort industriel en Italie pendant la guerre.

Vojenské Rozhledy. — (Revue militaire tchécoslovaque). Mai. — La presse militaire française. — La protection de la population

contre les gaz de combat. — Influence de la pente sur la grandeur de la dispersion et du terrain dans le tir des armes de l'infanterie. — Les instruments de mesure de l'artillerie antiaérienne et leur importance au point de vue du tir. — La radiotélégraphie et l'aviation militaire. — L'emploi du parachute dans les guerres futures.

Wehr und Waffen (Allemagne). — Mai. — La conduite du feu d'un groupe antiaérien. — Le bombardement de Paris à grande distance; le camouflage des pièces. — La grenade à fusil Madsen.

Revista Geniului (Roumanie). — Mars. — L'arme du génie. — L'action du commandement et des services du génie et transmission dans les grandes unités. — Obstacles anti-char. — L'arme du génie, la motorisation dens l'armée et l'industrie pétrolifère roumaine. — Faut-il croire à la paix?

Revues militaires

Revue Militaire Française. — Mai. — L'élément terrain en stratégie. — La guerre sainte des Senoussya. — Comprendre. — Flaucourt.

Revue d'Infanterie. — 1er mai. — Combats du « temps de paix ». — Le 61e régiment d'infanterie à la bataille de Lorraine (août 1914). — La liaison infanterie-artillerie et le détachement d'observation du groupe d'artillerie. — Les opérations au Tadla en 1930. — Note succincte sur la nouvelle organisation des petites unités dans l'infanterie allemande. — Italie : le bataillon de mitrailleurs.

Revue de la Cavalerie. — Mai-juin. — La défense de la brèche Klück-Bülow par les corps de cavalerie Marwitz et Richthofen (6-9 septembre 1914). — Le groupe de reconnaissance. Conclusions. — Les autos-mitrailleuses dans l'armée britannique. — A propos du livre du général Brandt : « Cavalerie moderne ». — Le 17e groupe A. M. C. sur la Hamada du Guir.

Revue des Forces aériennes. — Mai. — Sur la théorie physique (science et philosophie). — Conditions d'emploi de la réitération ou des corrections d'étalonnage dans l'usage du goniomètre boussole. — Note sur les appareils de réglage par coups fusants hauts, modèle 1924 et leurs applications. — Le testament du comte Schlieffen. — Études stratégiques sur la guerre mondiale par le général de division Wilhelm Grœner. — Canon antiaérien de 80 mm L 50 de la Hollandsche Industrie en Handelmaatschappij « Siderius ».

Mémorial de l'Artillerie française. — 1er fascicule. — Théorie des

freins de bouche. — Théorie des ondes balistiques planes. — Les progrès des explosifs pendant les années 1924 à 1928.

Revue de la Gendarmerie. — 15 mai. — Le groupe de reconnaissance divisionnaire. — La gendarmerie syrienne. — L'intervention de la Schutzpolizei en territoire insurgé. — Problème de D. C. A. — La chasse en automobile et en avion.

Mémorial des Poudres. — 1930-1931. — Remarque sur le filage. — Nouveau procédé de fabrication de tolite à point de fusion élevé.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET ADMINISTRATIFS

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 1er au 31 mai 1932

ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL

COLONEL promu général de brigade : M. *Gourandy*, directeur des travaux de fortification à Strabourg (maintenu provisoirement) (12 mai).

COLONEL. —Nomination : M. *Alleau*,directeur p.i du génie de Paris (12 mai).

ARMÉE ACTIVE

CHEFS DE BATAILLON. — Mutation : MM. *Candé*, directeur des travaux de fortification de Metz-Ouest (bureau d'études). — *Martin* (L. H. S.) 5e rég. (23 mai).

Radiation : P. *Piquemal*, retraité.

CAPITAINES. — Mutations : MM. *Pasco*, D. M. G. à Angers. — *Oudot* (G.), service du génie Maroc. — *Blanc* (P.), S. T. G. — *Burdeyron*, chef. trav. fortification Nice. — *Durfort*, 45e bat., cesse les fonctions de trésorier. — *Garrigou*, 45e bat. est nommé trésorier. — *Pomirol*, cheff. de Montpellier (6 mai). — *Baudin*, 7e rég. — *Beau*, E. M. brigade télégraphiste Paris. — *Martin* (J. H.) 33e bat. — *Schott*, cheff. de Paris-Nord. — *Pons*, Service du Génie Algérie (23 mai).

2e section E. M. P. — MM. *Dumont* (L. F.) : Mutation *J. O.* du 24 avril annulée. — *Petrement*, Cheff. de Troyes résidence camp de Mailly (23 mai).

Radiations : MM. *Mathieu*. — *Manseau*, retraités.

LIEUTENANTS. — Mutations : MM *Ockly*, 1er rég. à Besançon. — *Passaga*, direction des travaux de fortification de Strasbourg. — *Cunin*, chefferie des travaux de fortification de Strasbourg (6 mai). — *Maurisset*, service du génie Levant. —

Rodat, 51e bat. — *Hélary*, 5e rég. remis à la disposition de son corps. — *Bihouée*, 3e rég. détaché, pour une durée supérieure à 6 mois à l' E. C. M. S. G. annexe de Digoin. — *Guette*, 5e rég. détachement d'exploitation de la ligne Chartres-Orléans (23 mai).

2e section E. M. P. : M. *Auguste*, chefferie de Verdun, détaché pour une durée inférieure à 6 mois à Saint-Mihiel (23 mai).

Sous-lieutenants. — Mutations : MM. *Bertoli*, E. M. du commandant du génie 15e région. — *Vincent* (A. E.), 4e rég. (6 mai).

RÉSERVE

Colonel. — Nomination : Colonel retraité . M. *Hayot*, C. M. G. nº 2 (3 mai).

Lieutenants-colonels. — Radiation : MM. *Gaillochet*. — *Servais* nommés lieutenants colonels honoraires.

Chef de bataillon. — Mutation : *Berthelémy*, C. M. G. nº 4 (19 mai).

Nomination : chef de bataillon retraité : M. *Huot*, G. M. G. nº 6 (3 mai).

Radiations : MM. *Barré*, nommé chef de bataillon honoraire. — *Pyat*. — *Delande* (M. B. A.) décédé.

Capitaines. — Nominations : capitaines retraités : MM. *Larue*, C. M. G. nº 7. — *Boudard*, E. M. P. G. 10e région (3 mai). — *Riedinger*, C. M. G. nº 1. — *Masson*, E. M. P. G. 6e région. — *Rabut*, H. C. affectation spéciale tabl. 2, 10e région (13 mai).

Radiations : MM. *Collinet*, *Derain*, *Martel*, nommés capitaines honoraires, *Maire*, *Rougier*, *Thaller*, *Chimot*.

Lieutenants. — Mutations : MM. *Caby*, stag. au 41e bat. autorisé à renouveler son stage d'un an (11 mai). — *Renault*, C. M. G. nº 8. — *Gall*, C. M. G. nº 2 (19 mai). — *Barboteu*, *Lesage* C. M. G. nº 11 (p. o) (24 mai).

Nomination, Lieutenant retraité : MM. *Sage*, E. M. P. G. 14e région (3 mai). — *Scoazec*, de l'infanterie au C. M. G. nº 2 (10 mai). — *Morillon*, de l'infanterie, au C. M. G. nº 2 (24 mai).

Radiations : MM. *Bessy*, *Blanc*, *Christophe*, *Denis*, *Laborderie*, *Mage*, *Malaval*, *Morère*, *Péchinot*, nommés lieutenants honoraires. — *Mosser*, *Deschênes*, *Dalligny*, *Blanchard*, *Cochet*.

Sous-lieutenants promus lieutenants (Rang du 19 avril 1932) : MM. *Daussy*, stag. au 18e rég. (27 avril). — (Rang du 6 mai 1932) : *Chanal* C. M. G. nº 7. — *Raze*, *Duchez*, *Boutière*, *Denat*, C. M. G. nº 15. — (rang du 14 mai 1932). — MM. *Didier*,

Vermillard, C. M. G. nº 1. — *Faucher*, C. M. G. nº 7. —*Guiblin*, C. M. G. nº 15. — *Perducat*, C. M. G. A. nº 1 (10 mai).

Mutations : MM. *Douret*, autorisé à servir en situation d'activité pour un an au 2e rég. (23 avril). Sont autorisés à accomplir un stage renouvelable d'un an : *Gillois*, au 51e bat. *Adam*, *Guiltat*, au 18e rég. de Beaurepaire, au 1er rég. Besançon. — *Cantat*, *Debergue*, au 3e rég. à Arras. — *Chartenot*. — *Fortabat*, *Gourvenec*, au 3e rég. à Versailles. — *Condat*, *Laporte*, au 7e rég. — *Dubourg*, *Gilles*, au 28e rég. — *Hugon*, *Niderst*, au 2e rég. (2 mai). — *Guilleret*, stagiaire au 5e rég. autorisé à renouveler son stage d'un an (3 mai). — *Carler*, C. M. G. nº 15 (24 mai).

Nomination : M. *Le Pelch*, réintégré dans le génie au C. M. G. nº 5 (3 mai).

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME LXX

JANVIER-JUIN 1932

TABLE DES ARTICLES

Pages.

Le génie dans la bataille sur les cours d'eau, par le colonel BAILLS 5, 145, 266

Utilisation de la chaleur solaire, par le médecin-colonel PASTEUR 29

Les auxiliaires de la couverture : aviation, destructions, fortification, par le capitaine MANDAROUX 54, 166

Température effective d'une atmosphère. Température résultante d'un milieu, par M. A. MISSENARD (Extrait de la revue *Chaleur et Industrie*) 68, 195

Construction d'abaques pour le calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées, par le capitaine FADEUILHE . 178, 279

Nécrologie. — Le général de division Ferrié 208

L'œuvre économique du génie en 1931 251

Note sur une sondeuse mobile adaptée à l'utilisation des procédés modernes de forage, par M. l'ingénieur en chef de la Ville de Paris JOFFET 307, 423

Réflexions sur la technique et l'emploi d'un groupe de compagnies de sapeurs de chemin de fer, par le général GAUZENCE DE LASTOUR. 355, 461

Contrôle des constructions en béton armée, par M. Henry LOSSIER 389, 495

Rapport sur les incidents auxquels le tir électrique peut donner lieu, par MM. Étienne AUDIBERT et Louis DELMAS . . . 515

Note sur un réchaud démontable pour petits groupes en campagne 536

TABLE ALPHABÉTIQUE

Abaques : Construction d'— pour le calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées 178, 279

Béton armé : Contrôle des constructions en — 389, 495

Pages

Chaleur solaire : Utilisation de la — 29
Chemin de fer : Technique et emploi des sapeur de — 355, 461
Chutes de tension : Construction d'abaques pour le calcul des — dans les lignes triphasées. 178, 279
Construction en béton armé : Contrôle des — , ... 389, 495
Cours d'eau : Le génie dans la bataille sur les — . . 5, 145, 266
Couverture : Les auxiliaires de la —; aviation, destructions, fortification 54, 166
Ferrié : Le général de division — 208
Forage : Note sur une sondeuse mobile adaptée à l'utilisation des procédés modernes de —. 307, 423
Génie : Le — dans la bataille sur les cours d'eau . .5, 145, 266
— L'œuvre économique de l'arme du — en 1931 251
Lignes triphasées : Constructions d'abaques pour le calcul des chutes de tension dans les —. 178, 279
Mines : — Tir électrique 515
Œuvre économique : L'— de l'arme du génie en 1931 251
Réchaud démontable : Note sur un — pour petits groupes en campagne 536
Sapeurs de chemin de fer : Réflexion sur la technique et l'emploi d'un groupe de compagnies de — 355, 461
Sondeuse mobile : Note sur une — adaptée à l'utilisation des procédés modernes de forage 307, 423
Température : — effective d'une atmosphère. — résultante d'un milieu 68, 195
Tir électrique : Rapport sur les incidents auxquels le — peut donner lieu 515

TABLE DES LIVRES

Agenda Béranger : — 1932 96
Allemagne : Non, l'— n'a pas désarmé, par le lieutenant-colonel Reboul 93
Allemand-Français : Nouveau lexique technique — et français-allemand, par L. Demand 332
Aperçus sur la guerre de 1914-1918 : par le colonel Blin . . . 538
Armée d'Orient : L'— vue à quinze ans de distance 330
Asphaltage : Traité d' —, par Octave Hubert 331
Barrages : — conjugués et installations de pompage, par Georges Laporte 441
Bataille : La — des frontières, par le colonel Valarché . . 331

Pages

Béton : La résistance des — s en fonction de leur dosage, par Maurice TARDE 441
Béton armé : Le —, par M. S. LEFOL, architecte en chef adjoint de la Ville de Paris 96
Maçonnerie en béton : par S. DEBÈS. 539
Code de justice militaire : Contribution à l'étude du nouveau —, par Eugène TULET, officier assimilé de justice militaire adjoint 93
Combat : Un — de rencontre : Monthyon, par le commandant René MICHEL 97
Corps (Ier) : Le — à Dinant, Charleroi, Guise, par le lieutenant-colonel M. LARCHER 539
Cours d'électricité : — théorique professé à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par Y. B. POMEY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes 95
Défense nationale : — française, par le général BECKER . . . 97
— *:* La — et ses conditions modernes, par HELLÉ et ACHE . 239
Défense passive : — contre les attaques aériennes 442
Désarmement : Une expérience de —, par le général NOLLET . 222
Division : La 9e — en 1918, par le commandant PETITBON . 98
École polytechnique : — par la Société des Amis de l'École . 94
École supérieure des Postes et Télégraphes : Cours d'électricité théorique professé à l' — , par Y. B. POMEY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes 95
Évasion : L' — du capitaine Lux, racontée par son auteur. 538
Français-Allemand : Nouveau lexique technique allemand-français et —, par L. DEMAND 332
Grand-duc Nicolas : Le — : son rôle dans la guerre mondiale, par le général Youri DANILOW. 222
Guerre 1914-1918 : Aperçus sur la —, par le colonel BLIN . 538
Guerre aéro-chimique : La — et les populations civiles, par les médecins lieutenants-colonels IZARD et DES CILLEULS et le pharmacien capitaine KERMAREC 223
Incendie : L' —. Comment prévenir les incendies; comment combattre les commencements d'incendies, par A. CHAPLET et J. ROUSSET 239
Indochine : L' — contemporaine, par le colonel DUBOC . . . 223
Joffre : — et son destin, par le lieutenant-colonel FABRY . 224
Lexique technique : Nouveau — Allemand-Français et Français-Allemand, par L. DEMAND 332
Locomotives modernes : — à vapeur et électriques, par Émile MEUNIER et Louis DAVALLON 441

Pages

Mina : I lavori da — di campagna, par le capitaine du génie italien, Attilio Izzo 97
Napoléon : Quand et comment — a conçu son système de manœuvre, par le général CAMON 95
Question turque : La —, par Mme B. G. GAULIS 94
Récits marocains : Nouveaux —, par Maurice LE GLAY 440
Résistance des bétons : La — en fonction de leur dosage, par Maurice TARDE 441
Rossignol-Saint-Vincent : La guerre en action. —, par le colonel A. GRASSET 330
Soudure autogène : Notions pratiques de — 224
Succès stratégique, succès tactiques, par le colonel L. LOIZEAU . 98
Système de manœuvre : Quand et comment Napoléon a conçu son —, par le général CAMON 95
Victoire : L'infanterie de la —, par le commandant J. DELMAS. 440

TABLE DES PLANCHES

I. — Le génie dans la bataille sur les cours d'eau . . . 22
II. — Utilisation de la chaleur solaire 46
III. — Température effective d'une atmosphère résultante d'un milieu 206
IV. — Calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées. 304
V. — Calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées. 304
VI. — Calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées. 304
VII. — Note sur une sondeuse mobile adaptée à l'utilisation des procédés modernes de forage 320
VIII. — Réchaud démontable pour petits groupes de campagne 567

Le Gérant : R. WALTHER

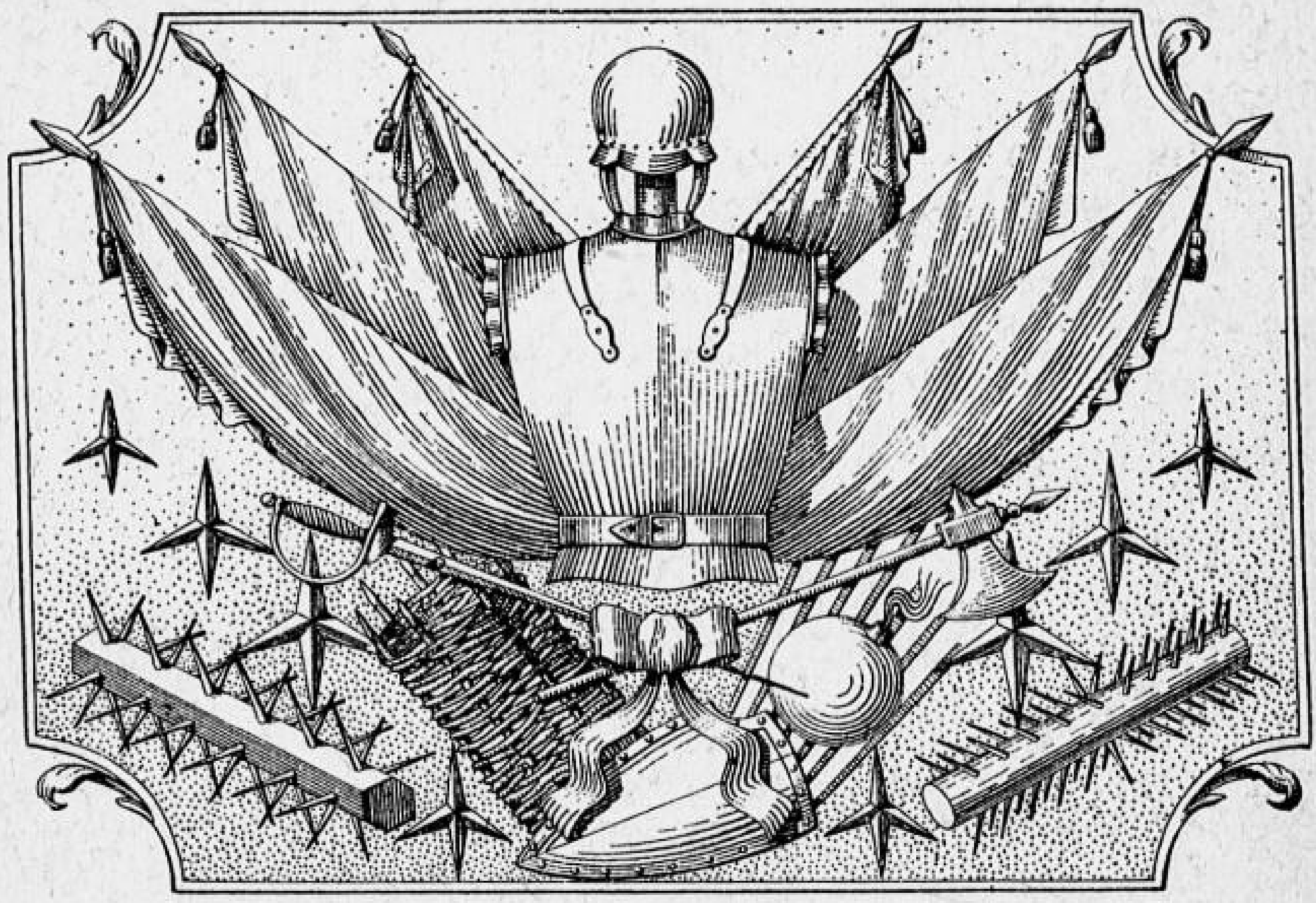
IMPRIMERIE BERGER LEVRAULT, NANCY-PARIS-STRASBOURG. — 1932

40e Année — Tome LXX — Mars 1932.

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

PRÉFECTURE DE MEURTHE-&-MOSELLE
DÉPOT LÉGAL
No 671 19

Paraissant tous les mois.



SOMMAIRE :

	Pages
Le génie dans la bataille sur les cours d'eau (*à suivre*), par le colonel BAILLS.	145
Les auxiliaires de la couverture : aviation, destructions, fortification (*suite et fin*), par le capitaine MANDAROUX.	166
Construction d'abaques pour le calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées (*à suivre*), par le capitaine FADEUILHE.	178
Température effective d'une atmosphère. Température résultante d'un milieu (*suite et fin*), par M. A. MISSENARD (Extrait de la Revue « Chaleur et Industrie »)	195
Nécrologie. — Le général de division Ferrié	208

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY-PARIS-STRASBOURG

LA LIVRAISON : 4 FR. 50

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte, éventuellement planches hors texte.

France et Colonies	Un an.	**48 fr.**
Étranger : Pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm d'août 1924. . . .	—	**54 fr.**
— Autres pays	—	**60 fr.**

Prix du numéro : **4 fr. 50**

Prix réduit pour les officiers de l'armée française et de l'armée belge, les cercles et bibliothèques militaires français et belges :

France et Colonies	Un an.	**38 fr.**
En résidence dans les pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm	—	**44 fr.**
En résidence dans les autres pays	—	**50 fr.**

L'abonnement est payable d'avance.

Pour les abonnements s'adresser à la Librairie BERGER-LEVRAULT, 18, rue des Glacis, à **Nancy**, et 5, rue Auguste-Comte, à Paris.

Service de la publicité :
5, Rue Auguste-Comte, Paris (6e). Tél. : Danton 72.10, 72.11 et 72.12
et 18, rue des Glacis à **Nancy**. Tél. 31.86.

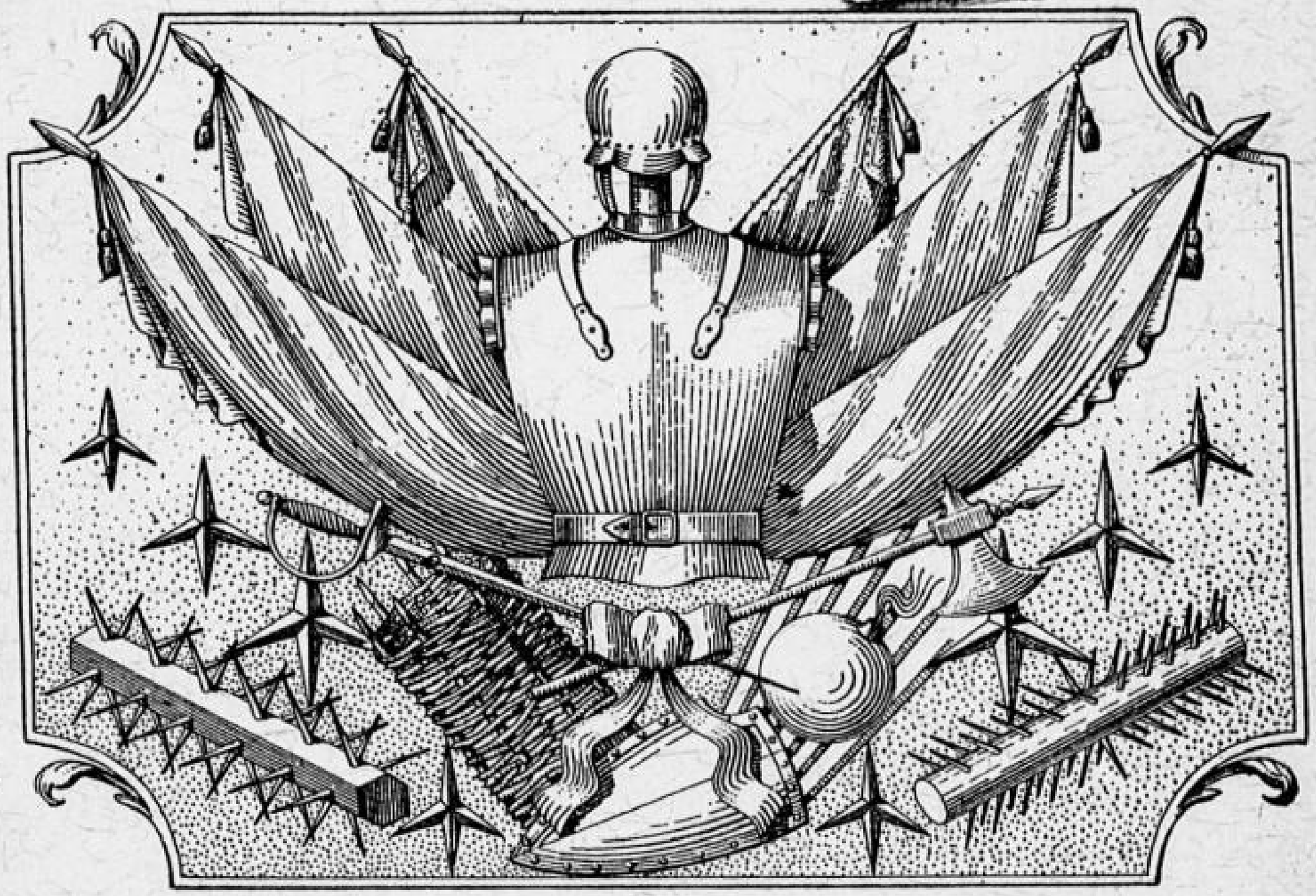
S'adresser, pour tout ce qui concerne la Rédaction, au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 39, rue de Bellechasse, à Paris (7e). Tél. : Littré 01.31, 01.32. 01.33.

40e Année — Tome LXX — Avril 1932

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant tous les mois.

PRÉFECTURE
DE MEURTHE-&-MOSELLE
DÉPOT LÉGAL
N° 812 19



SOMMAIRE :

	Pages
L'œuvre économique de l'arme du Génie en 1931.	251
Le génie dans la bataille sur les cours d'eau (*suite et fin*), par le colonel Bailles.	266
Construction d'abaques pour le calcul des chutes de tension dans les lignes triphasées (*suite et fin*), par le capitaine Fadeuilhe.	279
Note sur une sondeuse mobile adaptée à l'utilisation des procédés modernes de forage (*à suivre*), par M. l'Ingénieur en chef de la ville de Paris Joffet	307

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY-PARIS-STRASBOURG

LA LIVRAISON : 4 FR. 50

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte, éventuellement planches hors texte.

France et Colonies.	Un an.	**48** fr.
Étranger : Pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm d'août 1924. . . .	—	**54** fr.
— Autres pays	—	**60** fr.

Prix du numéro : 4 fr. 50

Prix réduit pour les officiers de l'armée française et de l'armée belge, les cercles et bibliothèques militaires français et belges :

France et Colonies	Un an.	**38** fr.
En résidence dans les pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm	—	**44** fr.
En résidence dans les autres pays	—	**50** fr.

L'abonnement est payable d'avance.

Pour les abonnements s'adresser à la Librairie BERGER-LEVRAULT, 18, rue des Glacis, à **Nancy**, et 5, rue Auguste-Comte, à Paris.

Service de la publicité :
5, Rue Auguste-Comte, Paris (6e). Tél. : Danton 72.10, 72.11 et 72.12
et 18, rue des Glacis à Nancy. Tél. 31.86.

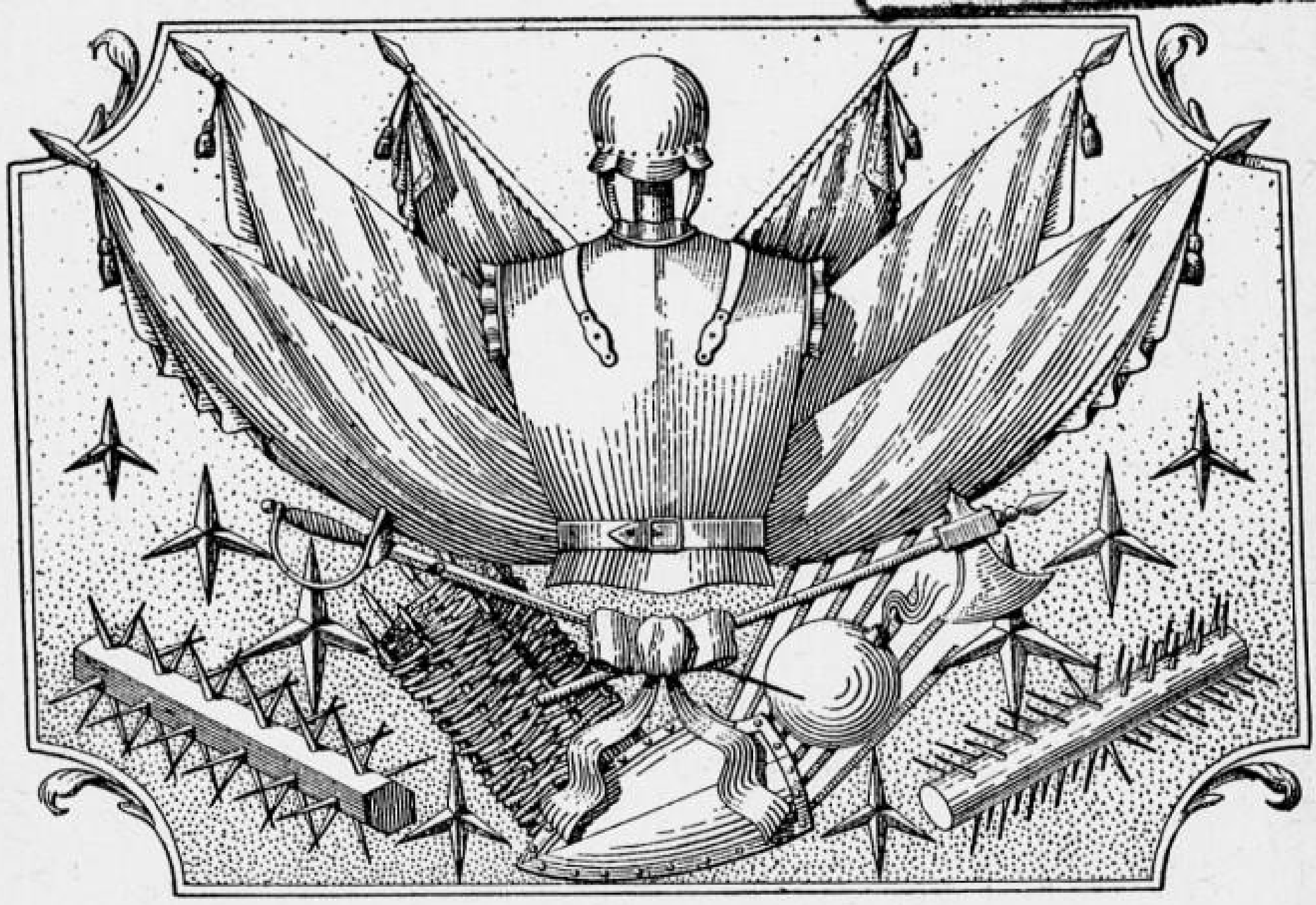
S'adresser, pour tout ce qui concerne la Rédaction, au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 39, rue de Bellechasse, à Paris (7e). Tél. : Littré 01.31, 01.32, 01.33.

40e Année — Tome LXX — Mai 1932.

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant tous les mois.

PRÉFECTURE
DE MEURTHE-&-MOSELLE
DÉPOT LÉGAL
N° 812 19



SOMMAIRE :

Pages

Réflexions sur la technique et l'emploi d'un groupe de Cies de sapeurs de chemins de fer (*à suivre*), par le général Gauzence de Lastour 355

Le Contrôle des constructions en béton armé (*à suivre*), par M. Henry Lossier. 389

Note sur une sondeuse mobile adaptée à l'utilisation des procédés modernes de forage (*suite et fin*), par M. l'Ingénieur en chef de la ville de Paris Joffet 423

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY - PARIS - STRASBOURG

LA LIVRAISON : 4 FR. 50

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte, éventuellement planches hors texte.

France et Colonies.	Un an.	**48 fr.**
Étranger : Pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm d'août 1924. . . .	—	**54 fr.**
— Autres pays	—	**60 fr.**

Prix du numéro : **4 fr. 50**

Prix réduit pour les officiers de l'armée française et de l'armée belge, les cercles et bibliothèques militaires français et belges :

France et Colonies	Un an.	**38 fr.**
En résidence dans les pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm	—	**44 fr.**
En résidence dans les autres pays	—	**50 fr.**

L'abonnement est payable d'avance.

Pour les abonnements s'adresser à la Librairie BERGER-LEVRAULT, 18, rue des Glacis, à **Nancy**, et 5, rue Auguste-Comte, à Paris.

Service de la publicité :
5, Rue Auguste-Comte, Paris (6e). Tél. : Danton 72.10, 72.11 et 72.12 et 18, rue des Glacis à **Nancy**. Tél. 31.86.

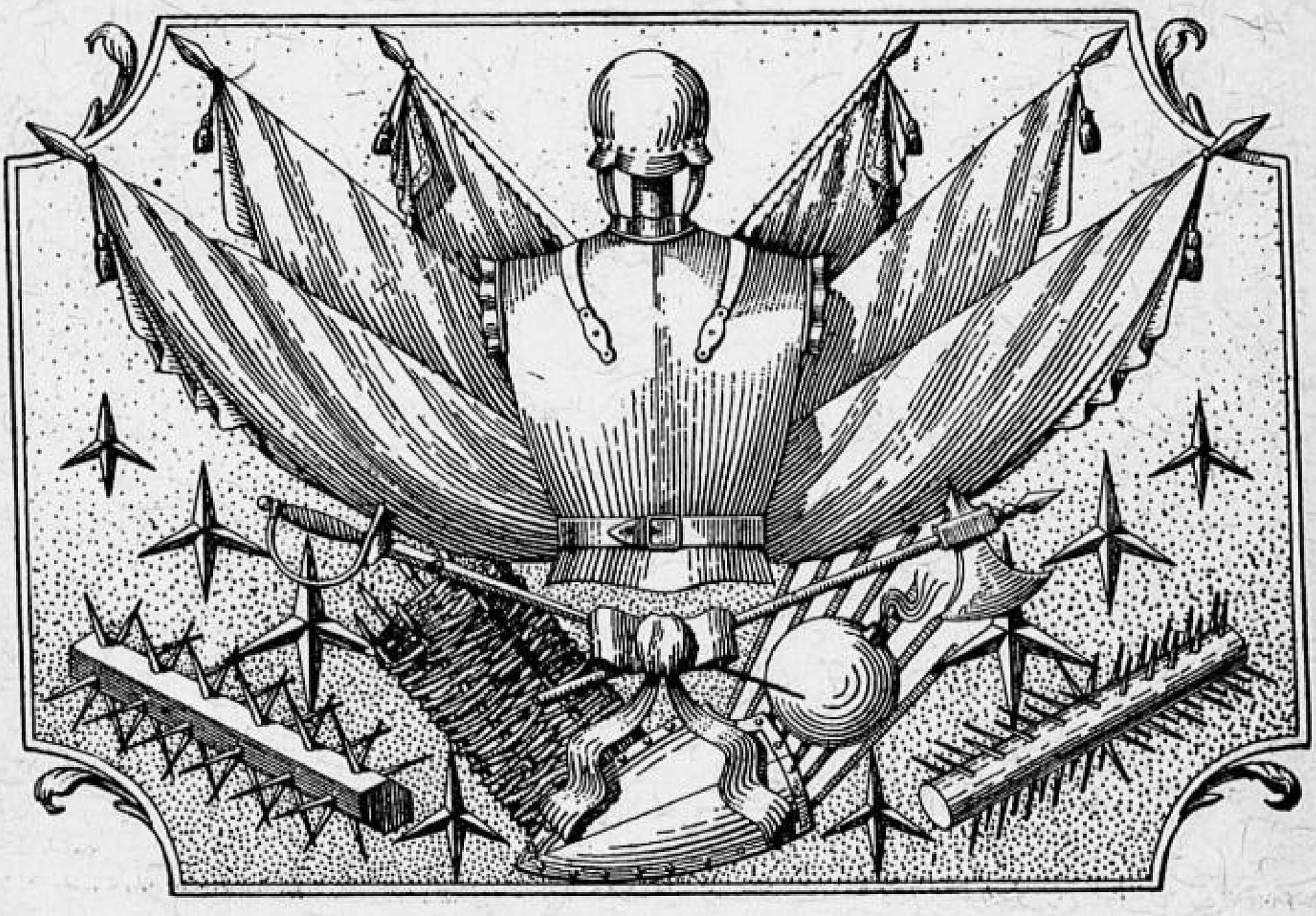
S'adresser, pour tout ce qui concerne la Rédaction, au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 39, rue de Bellechasse, à Paris (7e). Tél. : Littré 01.31, 01.32. 01.33.

40e Année — Tome LXX — Juin 1932

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant tous les mois.

PRÉFECTURE DE MEURTHE-&-MOSELLE
DÉPOT LÉGAL
No 960 19..



SOMMAIRE :

	Pages
Réflexions sur la technique et l'emploi d'un groupe de Cies de sapeurs de chemins de fer (*à suivre*), par le général Gauzence de Lastouks	461
Le Contrôle des constructions en béton armé (*suite et fin*), par M. Henry Lossier	495
Rapport sur les incidents auxquels le tir électrique peut donner lieu (*à suivre*), par MM. Étienne Audibert et Louis Delmas.	515
Note sur un réchaud démontable pour petits groupes en campagne.	536

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

NANCY-PARIS-STRASBOURG

LA LIVRAISON : 4 FR. 50

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte, éventuellement planches hors texte.

France et Colonies.	Un an.	**48 fr.**
Étranger : Pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm d'août 1924. . . .	—	**54 fr.**
— Autres pays	—	**60 fr.**

Prix du numéro : **4 fr. 50**

Prix réduit pour les officiers de l'armée française et de l'armée belge, les cercles et bibliothèques militaires français et belges :

France et Colonies	Un an.	**38 fr.**
En résidence dans les pays ayant adhéré à la Convention de Stockholm	—	**44 fr.**
En résidence dans les autres pays	—	**50 fr.**

L'abonnement est payable d'avance.

Pour les abonnements s'adresser à la Librairie BERGER-LEVRAULT, 18, rue des Glacis, à Nancy, et 5, rue Auguste-Comte, à Paris.

Service de la publicité :
5, Rue Auguste-Comte, Paris (6e). Tél. : Danton 72.10, 72.11 et 72.12 et 18, rue des Glacis à Nancy. Tél. 31.86.

S'adresser, pour tout ce qui concerne la Rédaction, au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 39, rue de Bellechasse. à Paris (7e). Tél. : Littré 01.31, 01.32, 01.33.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE
3 7502 01475434 7